

Bauplan Nr. 35
Preis 1,- M

Fuchsjagdempfänger und drahtloses NF-Morsegerät



Siegmar Henschel
Klaus Schlenzig

Inhaltsverzeichnis

1. Auflage, 1.–25. Tausend · © Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik VEB – Berlin, 1977 · Cheflektorat Militärliteratur · Lizenz Nr. 5 · LSV: 3539 · Lektor: Rainer Erlekampf · Zeichnungen: Manfred Schulz · Typografie: Helmut Herrmann · Hersteller: Hannelore Lorenz · Vorauskorrektor: Ingeborg Kern · Korrektor: Eva Plake · Printed in the German Democratic Republic · Lichtsatz: INTERDRUCK Graphischer Großbetrieb Leipzig – III/18/97 · Druck und Buchbinderei: Sachsendruck Plauen · Redaktionsschluß: 19. Januar 1977 · Bestellnummer: 745 863 3

1. Einleitung

Dieser Bauplan soll den Arbeitsgemeinschaften »Junge Fuchsjäger« (dafür ist ein neuer Begriff in Vorbereitung) und »Junge Funker« praktische Unterstützung beim Vorbereiten und Ausüben ihrer gesellschaftlich nützlichen und für den einzelnen interessanten Tätigkeit bieten. Im Vordergrund des Themas »Fuchsjagdempfänger« steht ein relativ unkomplizierter und dennoch recht leistungsfähiger 80-m-Peilempfänger, der sich gut für die Teilnahme an Fuchsjagd-Kreis- und Bezirksmeisterschaften eignet und damit in vielen GST-Einheiten Anhänger finden wird. Das Gerät ist »in der Praxis« entstanden. Es wurde gegenüber der bereits in Bauplan Nr. 30 vorgestellten Fassung modernisiert. Sein Konstrukteur arbeitet selbst mit einer Gruppe junger Fuchsjäger zusammen, die diese Geräte schon mehrfach erfolgreich gebaut und eingesetzt haben.
Für die »Jungen Funker« wird ein vielseitiges und leicht zu handhabendes kleines Gerät geboten, mit dem sie unter Beachtung der entsprechenden Gesetze »Funkverkehr« im Niederfrequenzgebiet (innerhalb des Übungsraumes) über einige Meter Entfernung abwickeln können. Der Aufwand ist durch Einsatz eines modernen NF-Schaltkreises der DDR-Fertigung vertretbar. Dieser VLF-TRX 2 bietet damit eine vorteilhafte Alternative zu seinem noch in Germaniumtechnik realisierten Vorläufer nach Bauplan Nr. 14.

2. Einiges über die Fuchsjagd

Fuchsjagden werden in verschiedenen Sportdisziplinen durchgeführt. In jungen Jahren erfreuen wir uns an der »Schnitzelfuchsjagd», bei der man nach ausgestreuten Papierschnitzeln sucht und dadurch das Versteck des »Fuchses« findet. Je älter wir werden, um so höher sind die Anforderungen an die Jäger. Im Motorsport z. B. gilt es, während der Fahrt einem anderen Fahrer einen Fuchsschwanz, der am Motorrad befestigt ist, zu entreißen. Ein erfolgreiches Bestehen bei einer Motorradfuchsjagd erfordert technisches Können und viel Mut.
Im Nachrichtensport der Gesellschaft für Sport und Technik wird die Fuchsjagd »drahtlos« durchgeführt. »Füchse« heißen die im Gelände versteckten Sender, die man mit Peilempfängern anpeilen und aufsuchen muß. Es sind bis zu 5 Sender (und Bakensender) möglich. Sie senden in bestimmten Zeitabständen. Außerdem arbeitet eine Zielbake im Dauerbetrieb. Sieger wird der Teilnehmer, der in kürzester Zeit alle Füchse aufgesucht hat und innerhalb der vorgeschriebenen Zeit (Limitzeit) an der Zielbake eingetroffen ist. Der Fuchsjagdsport stellt also eine Verbindung zwischen sportlicher Betätigung und Nachrichtentechnik her. Wer ein guter Fuchsjäger werden möchte, sollte sportlich aktiv sein, gut kombinieren können, über ein gutes Einfühlungsvermögen in technische Geräte verfügen und vor allem große Ausdauer haben. Außerdem muß er mit Karte und Kompaß umzugehen verstehen und sich in unbekanntem Gelände orientieren können. Das Einmaleins der Fuchsjagd ist nicht von heute auf morgen zu lernen; es erfordert viel Training, bevor man größere Erfolge erzielen kann. Richtige Freude bereitet die Fuchsjagd erst, wenn sich die sportlichen Erfolge mit einem »Eigenbauempfänger« einstellen. Der vorliegende Bauplan soll eine Starthilfe für den jungen Fuchsjäger sein und behandelt u. a. Peilempfänger, die nachbausicher und billig sind. Die Geräte haben jedoch eine so große Leistungsfähigkeit, daß sie bei größeren Fuchsjagden im DDR-Maßstab mit Erfolg eingesetzt werden können. Außerhalb der Fuchsjagden ist der Empfang des 80-m-Amateurbands möglich. Man kann den Amateuren beim Funkbetrieb zuhören und nach Ablegen einer Prüfung als Funkempfangsamateur (Hörer) direkt am Amateurfunk teilnehmen. Wer an einer drahtlosen Fuchsjagd interessiert ist, wende sich an das GST-Kreisausbildungszentrum »Nachrichten« oder an den zuständigen GST-Kreisvorstand. Diese Stellen nennen Termin und Ort der nächsten Fuchsjagd.
Die Teilnehmer, denen ein Sportarzt die Teilnahme zu gestatten hat, treffen sich am vereinbarten Ort. Als Sender finden batteriebetriebene Transistorsender mit einer Leistung von etwa 5 W im 80-m-Band und etwa 3 W im 2-m-Band Verwendung. Diese Sender arbeiten mit automatischer Kennung. Auf dem 80-m-Band sendet man in Telegrafie (A 1) d. h., der Sender wird im Rhythmus der Morsezeichen ein- und ausgeschaltet. Auf dem 2-m-Band werden die Signale in A 2 ausgesendet. Dem Hochfrequenzträger ist im Rhythmus der Morsezeichen eine Niederfrequenz aufmoduliert. Die Sender werden im 5-Minuten-Rhythmus nacheinander je 1 Minute eingeschaltet, die Zielbake ist während der gesamten Fuchsjagd in Betrieb.
Die Kennung der »Füchse« ist festgelegt:

Fuchs 1	moe	Fuchs 4	moh
Fuchs 2	moi	Fuchs 5	mo5
Fuchs 3	mos	Bake	mot

Die Sendefrequenz der »Füchse« kann, muß aber nicht bekannntgegeben werden.
Fuchsjagdsender dürfen nur lizensierte Funkamateure herstellen. Für den Betrieb erteilt das Ministerium für Post- und Fernmeldewesen Genehmigungen.
Nachstehend aufgeführte Gegenstände benötigt der Fuchsjäger für die Teilnahme an einer Fuchsjagd:

a) Voraussetzung ist ein Empfänger für das betreffende Band, in dem die Fuchsjagd durchgeführt wird. Der Empfänger sollte folgende Anforderungen erfüllen:
   - gute mechanische Stabilität (er muß z. B. nach einem Sturz noch betriebsbereit sein),
   - gute elektrische Stabilität (der eingestellte Sender darf sich beim Anfassen des Empfängers oder beim Betätigen der Lautstärkeeinstellung nicht verändern, ebenso beim Auftreten eines starken Senders),
   - großer Regelumfang (bei großer Entfernung vom Sender muß die Empfindlichkeit so groß sein, daß dieser noch gut zu hören ist, jedoch darf der Empfänger in 1 bis 2 m Entfernung vom

Sender noch nicht übersteuert werden. Die Empfindlichkeit muß sich über einen Bereich von 1:1000 bis 1:10000, d. h. 60 bis 80 dB, einstellen lassen),
- gute Peilwirkung (auch bei großen Feldstärken in Sendernähe muß noch eine eindeutige Richtungsbestimmung möglich sein).

b) Notwendig ist weiterhin eine genau gehende Uhr, um die einzelnen Füchse während ihrer Sendezeit anpeilen zu können.
c) Ein wichtiges Hilfsmittel ist der Kompaß.
d) Unbedingt erforderlich ist eine Kartenskizze vom Gelände, in dem die Fuchsjagd durchgeführt wird.
e) Man sollte einen Bleistift nicht vergessen, da ohne ihn Karte und Kompaß fast wertlos sind.

An Hand eines Beispiels sei nun der Ablauf einer Fuchsjagd erläutert. Auf der Kartenskizze (Bild 1) sind 2 Peilpunkte (P 1 und P 2) eingetragen, von denen aus die Sender 1 bis 3 und die Zielbake (Z) angepeilt werden. Zuerst peilt man von P 1 die Sender an und überträgt die Peilrichtung auf die Karte. Danach werden von P2 aus nochmals alle Sender angepeilt. An den Kreuzungspunkten der Peilstrahlen liegen die Standorte der Füchse. Wenn die Peilung sehr genau durchgeführt wird und die Richtungen sorgfältig auf die Karte übertragen werden, ist das Aufsuchen der Füchse leichter. Nun beginnt die Suche nach den Sendern. Die Reihenfolge, nach der der Jäger die Sender aufsucht, ist beliebig. Im Interesse einer möglichst kurzen Laufzeit sollte sich jeder Jäger einen genauen Laufplan erarbeiten. Nach Bild 1 ist die kürzeste Laufstrecke Fuchs 3, 1, 2, Ziel. Alle anderen Varianten ergeben größere Wegstrecken. Beim Peilen im Gelände sind einige Hinweise zu beachten, damit Fehlpeilungen vermieden werden:

a) Beim Peilen ist der Empfänger stets weit weg vom Körper und möglichst hoch zu halten.
b) Ein Peilen sollte nur von freien und möglichst hoch gelegenen Punkten aus erfolgen. Die Peilgenauigkeit nimmt zu, wenn man auf nahe gelegene Hügel, Holzstapel o. ä. steigt.
c) In der näheren Umgebung dürfen sich keine Metallgegenstände befinden, denn sie reflektieren den Strahl und lassen den Sender in einer anderen Richtung vermuten. Hochspannungsleitungen sollten grundsätzlich gemieden werden, denn der Sender scheint dabei »in der Leitung« zu sitzen. Bei Hochspannungsleitungen ist es günstig, in etwa 1 km Entfernung nochmals eine Peilung durchzuführen. Sie bringt dann Gewißheit über den eigentlichen Standort.
   Reflexionen sind nicht nur an elektrischen Leitungen, sondern auch an Flüssen, Seen, Bächen, bei Nässe auch an Wäldern möglich.
d) Beim Laufen von Fuchs zu Fuchs sollte das Gelände nach befestigten Wegen abgesucht werden. Ein »Querfeldeinlauf« erfordert wesentlich mehr Kraft.
e) In Sendernähe sucht man das Gelände nach natürlichen Verstecken ab (Häuser, Sträucher, Holzstapel usw.). Aber auch abgestellte Autos, Kinderwagen und dergleichen können ein gutes Fuchsversteck sein.

Wie diese Punkte zeigen, braucht der Fuchsjäger eine gute Laufkondition, einen sicheren Umgang mit Karte und Kompaß, gute Orientierungsmöglichkeiten im Gelände und einen zuverlässigen Empfänger, wenn er einen der ersten Plätze belegen möchte. Die besten Teilnehmer einer Fuchsjagd werden zur Bezirksmeisterschaft delegiert. Die Besten der Bezirksmeisterschaft haben sich zur jährlich stattfindenden DDR-Meisterschaft qualifiziert. Die Fuchsjagd wird in mehreren Klassen durchgeführt:
- weibliche Jugend im Alter bis zu 18 Jahren,
- Frauen im Alter über 18 Jahre,
- männliche Jugend im Alter bis zu 18 Jahren,
- Männer im Alter über 18 Jahre.

Weibliche Teilnehmer können einen Fuchs nach eigener Wahl auslassen. Die wehrsportlichen Disziplinen sind nach den einzelnen Klassen gestaffelt.

3. Peilen

3.1. Allgemeines

Vor dem Bau von Fuchsjagdempfängern sollte das Verständnis für Vorgang und Zweck des Peilens stehen. Peilen bedeutet, den Standort eines oder mehrerer Sender mit einer richtungsempfindlichen Antennenanordnung zu bestimmen. Die Betrachtungen gelten hauptsächlich für das 80-m-Band.
Es wird davon ausgegangen, daß ein Sender hochfrequente elektromagnetische Wellen abstrahlt. Die Sendeantenne steht senkrecht, und in ihr fließen beim Senden hochfrequente Wechselströme. Diese bauen kreisförmig um die Antenne hochfrequente Magnetfelder auf. Gleichzeitig (besser gesagt: im Wechsel damit) werden hochfrequente elektrische Kraftfelder, zwischen Antenne und Erde verlaufend, aufgebaut. Beide Felder stehen also senkrecht zueinander. Im Wechselspiel von Auf- und Abbau entfernen sie sich unter Feldstärkeverminderung immer mehr vom Ursprungsort. Im Zentrum dieser Felder muß also der Sender zu finden sein. Diese Tatsache nutzen wir beim Peilen aus.
Dem Verständnis des Vorgangs dient die vereinfachte Modelldarstellung nach Bild 2. In einem geschlossenen Schwingkreis stehen bei Resonanz elektrisches und magnetisches Feld in ständiger Wechselwirkung (beim verlustfreien Kreis, einmal angeregt, theoretisch »ewig«). Die Energie pendelt also mit Resonanzfrequenz zwischen Spule und Kondensator. Zieht man dessen Platten immer mehr auseinander (wobei sich bei diesem Gedankenexperiment allerdings die Frequenz erhöhen müßte), so durchsetzen die elektrischen Feldlinien schließlich den Raum um den »offenen« Schwingkreis. Jeder elektrische Strom (auch dieser dielektrische Verschiebungsstrom) hat nun wieder ein magnetisches Feld zur Folge, dessen Änderung, z. B. in einem Leiter, ebenfalls einen elektrischen Strom erzeugen kann (etwa in einer Stabantenne!), oder anders ausgedrückt: Es entstehen neue elektrische Feldlinien. Das elektromagnetische Wechselfeld breitet sich als elektromagnetische Welle mit Lichtgeschwindigkeit aus.
Das ist nur eine stark vereinfachte Darstellung. Um einen Sender richtig anpeilen zu können, muß der Empfänger mit einer für die Peilung gut geeigneten Antenne versehen sein. Für die Belange der Fuchsjagd im 80-m-Band haben sich zwei Antennenformen bewährt: Rahmenantenne und Ferritantenne.

3.2. Rahmenantenne

Diese Antenne ist eine flache Spule mit großer Öffnung. Sie besteht aus mehreren Drahtwindungen, die auf einem isolierenden Träger als Kreis- oder quadratische Wicklung aufgebracht bzw. in einem kreisförmig gebogenen Rohr aufgewickelt sind (Bild 3). In dieser Spule entsteht, wenn sie von einem magnetischen Wechselfeld geschnitten wird, eine entsprechende Wechselspannung. Ihre Größe hängt von der Lage des Rahmens zum Feld ab. Durchlaufen die Feldlinien die Rahmenebene senkrecht, so entsteht die größte Spannung. Weiter ist es wichtig, daß man die Spule mit einem entsprechenden Kondensator auf die Senderfrequenz abstimmt, denn mit dem Gütefaktor des auf diese Weise entstehenden Schwingkreises steigt die Empfindlichkeit. Außerdem wird der Empfänger damit weniger störanfällig gegen Fremdfelder anderer Frequenz. Dreht man den Rahmen um 90°, so verlaufen die magnetischen Feldlinien parallel zur Spule, so daß die Empfangsspannung im Rahmen theoretisch zu 0 wird (s. Bild 4a). Es entstehen also 2 Maxima und 2 Minima, wenn man den Rahmen einmal 360° um seine senkrechte Achse dreht. Die Antennencharakteristik (Empfangsspannung als Funktion der Richtung, aus der der Sender einfällt, aufgetragen) ist mit einer Acht vergleichbar (Bild 4c).

3.3. Ferritantenne

Bei der Ferritantenne liegen die Verhältnisse ähnlich. Dort trägt der Ferritstab, der die Eigenschaft hat, Feldlinien zu »sammeln«, die Spule. Dadurch kommt die wirksame Fläche in die Größenordnung der Rahmenantenne. In der Spule entsteht ein Empfangsspannungsmaximum, wenn der Ferritstab parallel zu den magnetischen Feldlinien liegt. Beim Empfangsminimum zeigt daher der Stab mit seiner Längsachse zum Sender (Bild 4b). Damit sind die Richtungs- bzw. Spannungsverhältnisse bezüglich des Rahmens um 90° verschoben (Bild 4d).

3.4. Richtungsbestimmung

Bei der Richtungsbestimmung benutzt man vorteilhaft das Minimum, da das menschliche Ohr für Unterschiede kleiner Lautstärken empfindlicher ist als für große. Das Minimum liefert nun zwar die Richtung, nicht aber die Seite, auf der man den Sender zu suchen hat. Dazu müßte man von zwei verschiedenen Standorten aus peilen (s. Bild 5). Für die Seitenbestimmung von einem einzigen Peiler aus gibt es jedoch ein verblüffend einfaches Mittel: Eine übliche Stabantenne spricht auf das elektrische Feld an und gibt damit ebenfalls eine Spannung an den Empfänger ab. Stabantennen haben bei vertikaler Senderantenne Kreischarakteristik, d. h., sie empfangen aus allen Richtungen der Ebene, auf der sie senkrecht stehen, gleich gut. Ideale Verhältnisse ergeben sich, wenn man von Stabantenne und Ferritstab bzw. Rahmen (in »Maximumrichtung«) genau gleich große Spannungen erhält. Je nach Rahmen- bzw. Ferritstabrichtung addieren bzw. subtrahieren sich beide Komponenten, abhängig davon, wie ihre Phasen zueinander liegen. Das Ergebnis ist eine herzförmige Antennencharakteristik nach Bild 6, mit der sich die Senderrichtung auch bezüglich der Seite einwandfrei bestimmen läßt. Um festzustellen, welche Richtung tatsächlich zutrifft, peilt man als erstes einen bekannten Sender an und markiert am Gerät die für Minimum gültige Senderrichtung.
Genauer betrachtet, ist folgendes schaltungstechnisch zu berücksichtigen, damit ein einwandfreies Minimum entsteht: Antennenstrom (vom Magnetfeld) und Antennenspannung (vom elektrischen Feld) sind unter idealen Empfangsbedingungen um 90° verschoben. Auslöschung setzt aber 180° Phasenverschiebung voraus. Das wird mit einer Antennenverlängerungsspule L_v erreicht (Bild 7). Die richtige Amplitude stellt man mit R ein. Bei richtiger Einstellung erhält man gleiche Amplituden beider Komponenten und 180° Phasenverschiebung, also Auslöschung.
Diese Betrachtungen beziehen sich auf ungestörte Ausbreitung. Metallische Gegenstände größerer Ausdehnung, durch Feuchtigkeit leitende Bäume, Gebäude, Freileitungen u. a. können eine eindeutige Peilung erschweren, wenn nicht gar unmöglich machen. Sie »schatten« entweder ab oder reflektieren die Wellen (die dadurch aus einer anderen Richtung zu kommen scheinen), oder sie wirken bei entsprechenden Ausmaßen sogar als Strahler. Weiterhin – aber das gehört eigentlich schon nicht mehr in diesen Abschnitt – können einfache Empfänger begrenzter »Weitabselektion« durch starke Rundfunksender erheblich gestört werden, wenn sich diese in der Nähe befinden. Im allgemeinen veranstaltet man aber Fuchsjagden nicht in solch ungünstigen Gebieten.
Schließlich ist es leider so, daß auch eine magnetisch empfindliche Antenne zusätzlich auf das elektrische Feld anspricht, so daß sich das Minimum »trübt«. Daher muß ein Peilrahmen ebenso wie ein Ferritstab (genauer dessen Wicklung) elektrostatisch abgeschirmt werden (Schirm an Empfängermasse legen); doch darf dieser Schirm keine Kurzschlußwindung darstellen. Ein Peilrahmen z. B. wird deshalb in einem kreisförmig gebogenen Metallrohr untergebracht, von dem aber nur ein Ende an Masse liegen darf. Ferritstäbe erhalten einen geschlitzten Blechmantel, der ebenfalls nur einseitig anzuschließen ist.

4. Fuchsjagdempfänger

4.1. Was ist ein Fuchsjagdempfänger?

Als Fuchsjagdempfänger kann jeder Empfänger benutzt werden, der den Empfang des betreffenden Bandes gestattet und mit dem eine Richtungsbestimmung möglich ist. Ein einfacher Versuch zum Anpeilen eines Senders gelingt mit jedem Transistor-Koffer- oder -Taschenempfänger mit Ferritantenne.
Nach Einstellen eines möglichst nicht allzu stark einfallenden Senders dreht man den Empfänger langsam um 360°. Dabei wird der Empfang an 2 Stellen merklich leiser sein. (Die beiden möglichen Senderrichtungen ergeben sich aus Abschnitt 3.4.). Peilt man von einem zweiten Standort (wiederum unter Beachtung der Grundsätze aus Abschnitt 2.) und überträgt die Richtungen auf eine Karte, so kann dadurch der Standort des Senders ermittelt werden. Ermöglicht der Empfänger den Empfang des 80-m-Bandes und hat er einen Telegrafieüberlagerer (BFO), so können die ersten »Gehversuche« bei einer Fuchsjagd unternommen werden.

Ein als Rundfunkempfänger konzipiertes Gerät eignet sich jedoch wenig für Peilzwecke, da der Empfänger infolge der automatischen Lautstärkeregelung immer auf etwa konstante Niederfrequenz-Lautstärke geregelt wird, solange die Feldstärke am Empfangsort ausreicht. Einen Fuchsjagdempfänger muß man also selbst bauen! Der einfachste Empfänger ist der Detektor. Er hat folgende Nachteile:
- Es können nur tonmodulierte Signale empfangen werden.
- Durch die geringe Empfindlichkeit ist der Empfang nur über kleine Entfernungen möglich.
- Die schlechte Trennschärfe verhindert ein sauberes Trennen mehrerer starker Sender, was die Peilung erschwert.

Bild 8 zeigt einen einfachen Detektorempfänger mit Rahmenantenne. Die nach Bild 9 aufgebaute Rahmenantenne wird mit dem Drehkondensator (C 1) auf die Empfangsfrequenz abgestimmt, C 2 dient zur Festlegung der Bandgrenzen. Um den Drehkondensator für spätere Experimente verwenden zu können, sollte man sich gleich einen UKW-Drehkondensator mit einer Kapazitätsvariation von etwa 4 bis 14 pF zulegen. Die im Schwingkreis L 1, C 1, C 2 empfangene Frequenz wird an einer Anzapfung von L 1 niederohmig abgenommen und über C 3 dem als Spannungsverdoppler geschalteten Demodulator D 1 und D 2 zugeführt. Durch diese Schaltungsart ist die NF-Ausgangsspannung höher als mit nur einer Diode; die verfügbare Antennenenergie wird also besser genutzt. R 1 ist der Arbeitswiderstand des Demodulators und C 4 der Ladekondensator, der die HF kurzschließt. Als NF-Verstärker findet der weit verbreitete, weil über einen längeren Zeitraum sehr preiswert erhältliche Ohrhörerverstärker »foni« Verwendung. Die NF wird dem Mikrofoneingang über eine Ohrhörerschnur zugeführt. Dieser einfache Detektorempfänger läßt sich für Frequenzen von etwa 150 kHz bis 6 MHz (d. h. Langwelle bis etwa 49-m-Kurzwellenband) in Sendernähe einsetzen. Für höhere Anforderungen an die Empfindlichkeit muß der passive Demodulator durch ein aktives Bauelement ersetzt werden, also durch einen Transistor. An der Basis-Emitter-Diode wird die HF demoduliert. Die dadurch von der HF getrennte NF wird im selben Transistor verstärkt und läßt sich am Kollektor entnehmen.
Bild 10 zeigt die Schaltung eines für das 80-m-Band ausgelegten Audion-Empfängers. Der Eingangsschwingkreis L 1, C 1, C 2 ist wie beim Detektor aufgebaut, wobei die Rahmenantenne in beiden Fällen durch den Ferritstab nach Bild 26 ersetzt werden kann. Über C 3 wird dem Audion die Eingangsfrequenz zugeführt. Die Widerstände R 1, R 2 und R 4 stellen den Arbeitspunkt von T 1 ein. Die demodulierte und verstärkte NF wird am Kollektor abgenommen, C 6 schließt HF-Spannungen kurz. Die NF führt man, wie beim Detektor, dem NF-Verstärker »foni« oder einem anderen NF-Verstärker zu. Zur Erhöhung von Selektivität und Empfindlichkeit wird der Schwingkreis durch eine Rückkopplung entdämpft. Hohe Frequenzstabilität brachte eine vom Gewohnten etwas abweichende Rückkopplungsschaltung. Der kapazitive Spannungsteiler C 4, C 5 sowie der Widerstand R 3 gestatten eine gute Einstellung der Rückkopplung mit relativ weichem Schwingeinsatz.
Mit R 3 kann der Schwingkreis so weit entdämpft werden, daß sich das Audion selbst erregt. Diese Einstellung benötigt man für den Empfang von »tonlosen« Telegrafiesignalen (A 1), um mit der vom Sender abgestrahlten getasteten Frequenz einen Überlagerungston zu erzeugen. Das Audion arbeitet dabei als Oszillator; es schwingt in unmittelbarer Nähe der Empfangsfrequenz. Da die Oszillatorspule (L 1) als Schwingkreis ausgebildet ist, der eine möglichst große Energie aus dem Raum aufnehmen soll, strahlt diese Spule ebenfalls viel Energie in den Raum ab. Jeder andere Empfänger wird durch die Störstrahlung des Oszillators gestört, was ein Peilen der anderen Fuchsjagdteilnehmer unmöglich macht. Daher darf diese Schaltung nicht für A 1-Empfang benutzt werden, sondern stets nur unterhalb des Schwingeinsatzes (also für A 2 und A 3, d. h. für NF-modulierte Telegrafie und für Telefonie). Bild 11 zeigt das Leitungsmuster und den Bestückungsplan für eine entsprechende Leiterplatte, von der Bestückungsseite aus gesehen.
Die Oszillatorstörstrahlung ist jedoch nicht der einzige Grund, warum man für eine Fuchsjagd kein Audion verwenden sollte. Stellt man den Empfänger fest auf einen Sender ein und ändert seine Sendeleistung oder bewegt man sich in Richtung Sender, so gibt es einen Punkt, von dem an das Audion nicht mehr frei schwingt, sondern vom Sender synchronisiert wird. Es schwingt damit genau auf der Senderfrequenz, so daß keine hörbare NF mehr auftritt. Eine Richtungsbestimmung ist damit nicht mehr möglich, und man kann diese Fuchsjagd als beendet betrachten. Abhilfe schafft eine »regelbare« (einstellbare) Vorstufe, die die Oszillatorstörstrahlung herabsetzt und dem Audion nur

so viel HF-Energie zuführt, wie gerade erforderlich ist. Bild 12 zeigt dazu den Übersichtsschaltplan. Selbst dieser verbesserte Empfänger ist für Fuchsjagden aber nur bedingt brauchbar, da die Einstellung der Rückkopplung und die Abstimmung auf den Sender sehr kritisch sind.
Ein leistungsfähiger und leicht zu bedienender Empfängertyp ist der Superhet. Bild 13 zeigt den Übersichtsschaltplan. Das von der Antenne gelieferte Eingangssignal (f_e) wird in der Mischstufe mit der Oszillatorfrequenz (f_0) auf eine niedrigere Frequenz, die Zwischenfrequenz, heruntergemischt. Es gilt $f_0 = f_e + f_z$, oder $f_0 = f_e - f_z$. Da die Mischstufe den Oszillator vom Eingangskreis entkoppelt und der Oszillator auf einer anderen Frequenz schwingt, ist ein Mitziehen durch starke Sender fast nicht möglich. Die in der Mischstufe gebildete ZF wird in einem mehrstufigen Verstärker mit entsprechender Bandbreite verstärkt und dem Demodulator zugeführt. Um die in die ZF umgesetzten Telegrafiezeichen hörbar zu machen, ist nochmals eine Mischstufe einzufügen, bei der die Ausgangsfrequenz im NF-Bereich liegt (meist um 1 kHz). Die 2. Oszillatorfrequenz liefert der »BFO«. Er schwingt um etwa 1 kHz ober- oder unterhalb der ZF. Die NF wird in einem getrennten NF-Verstärker verstärkt und dem Kopfhörer zugeführt. Der Aufbau eines konventionellen Überlagerungsempfängers erfordert durch die Vielzahl der Stufen Erfahrung und einige Meßgeräte. Er ist für den Anfänger nicht zu empfehlen. Der in Abschnitt 5. beschriebene Direktmischempfänger stellt dagegen einen relativ einfachen Überlagerungsempfänger ohne ZF-Verstärker, Demodulator und BFO dar.

5. Direktmischempfänger für die 80-m-Fuchsjagd

5.1. Prinzip und weiterführende Literatur

Im folgenden seien nochmals einige allgemeine Informationen zusammengefaßt.
Ein Direktmischempfänger läßt sich am einfachsten im Vergleich mit einem üblichen Super charakterisieren. In beiden Fällen wird das Eingangssignal in einer Mischstufe mit dem im Empfänger erzeugten Oszillatorsignal gemischt. Die Unterschiede beginnen bei der Wahl der Zwischenfrequenz f_z. Beim »Normalsuper« schwingt bekanntlich der Oszillator um f_z über der Eingangsfrequenz f_e (zumindest in den AM-Bereichen), und von den in der Mischstufe entstehenden neuen Frequenzen (hauptsächlich $f_o + f_e$, $f_o - f_e$) wird im allgemeinen $f_o - f_e$ als f_z weiter verstärkt.
Im AM-Super liegt f_z im von Sendern frei gehaltenen Bereich (450 bis 470 kHz). Die Amplitudenmodulation eines Rundfunksenders mit f_e erscheint unverändert in f_z, d. h., aus $f_e \pm f_n$ (f_n = Niederfrequenz) wird für den ZF-Verstärker $f_z \pm f_n$. Nach ausreichender Verstärkung muß also f_n von f_z »demoduliert« werden. Dieses Empfangsprinzip ist hinreichend bekannt. Entsprechend der festgelegten Kennzeichnung der Funkverkehrsarten handelt es sich bei amplitudenmodulierten Sendungen mit Übertragung beider Seitenbänder ($f_e \pm f_n$) um die Übertragungsart »Telefonie« mit dem Kennzeichen »A 3«. Fuchsjagdsender arbeiten dagegen im allgemeinen mit Telegrafiesignalen. Wird dabei eine (einzige) Tonfrequenz amplitudenmoduliert gesendet, d. h., werden Tonfrequenz oder Träger im Rhythmus der Telegrafiesignale getastet, so spricht man von »A 2«. Da es gleichgültig ist, ob der Demodulator ein NF-Band oder nur eine einzige NF verarbeiten muß, kann jeder übliche AM-Rundfunkempfänger diese Signale wiedergeben.
Verzichtet man im Sender jedoch auf eine Tonmodulation, sondern tastet nur die unmodulierte HF, so erkennt man das in einem solchen Empfänger allenfalls am periodisch zu- bzw. abnehmenden Rauschen. Eine hörbare NF gewinnt man im Audion dann bei Betriebsart Selbsterregung, wenn dabei die (schwingende) Audionstufe um den Betrag einer hörbaren Tonfrequenz vom Eingangssignal verstimmt wird. Das ist im Nahfeld von Sendern meist nicht mehr möglich, da dann f_e das Audion synchronisiert. Die Differenzfrequenz wird zu Null, und es ist nichts mehr zu hören.
In einem für A 1-Empfang eingerichteten Super dagegen wird im ZF-Verstärker eine 2. Hilfsfrequenz zugesetzt, die z. B. 1 kHz von f_z abweicht. Als Differenzfrequenz entsteht ein hörbarer Ton. Den Oszillator für diese Betriebsart nennt man BFO. Dieser Oszillator wird vom Sender nicht beeinflußt, so daß Nahfeldbetrieb möglich ist.
Die »Zwischenfrequenz« des Direktmischempfängers liegt im Gegensatz zum Super nicht im HF-, sondern bereits im NF-Bereich. Das heißt, daß der Oszillator auf einer nur um etwa 1 kHz (das ist ein bekanntlich gut hörbarer Ton) von f_e abweichenden Frequenz schwingt, wenn »tonlose« A 1-Signale

empfangen werden sollen. Je stabiler die Frequenz des Oszillators, um so weniger muß man den Empfänger bei der Fuchsjagd bedienen.
Wenn aber die ZF eine NF ist, braucht diese nur noch entsprechend verstärkt zu werden, damit man sie hören kann.
Ganz so problemlos geht es allerdings nicht. Abgesehen von der für Fuchsjagden im allgemeinen unerheblichen Tatsache, daß jeder Sender 2mal empfangen wird (nämlich bei $f_e - f_{01}$ und bei $f_{02} - f_e$ $f_{02} = f_{01} + 2f_n$), gelangen zunächst einmal alle möglichen anderen Frequenzen in den NF-Verstärker. Es sind dies neben f_e und f_o die Mischprodukte auch anderer Sender, solange diese stark genug im Band erscheinen. (Jede Vorselektion hat schließlich nur eine endliche dämpfende Wirkung für Stationen, die ober- oder unterhalb des eingestellten Senders liegen.) Oberhalb von etwa 16 kHz hört man solche Frequenzen zwar nicht mehr, doch können sie (aber auch f_e und vor allem f_0) den NF-Verstärker unerwünscht übersteuern. Das ergibt Arbeitspunktverlagerungen und stellt seine Funktion in Frage.
Aus diesen Gründen sind Siebglieder in Form von Tiefpässen zwischen Mischstufe und NF-Verstärker nötig. Schließlich erreicht man die erforderliche Nahselektion (also gegenüber Sendern mit Frequenzen, die etwa 2 bis 16 kHz ober- oder unterhalb von f_e liegen) durch einen 1-kHz-Bandpaß. Das kann mit LC-Filtern, aber auch durch Auslegung des NF-Verstärkers als aktives RC-Filter geschehen.
Für die Mischstufe sind ebenfalls eine Reihe von Möglichkeiten bekannt. Für ihre Auslegung ist u. a. von Bedeutung, daß die abgestrahlte Oszillatorenergie einen möglichst kleinen Wert erreicht. Andernfalls werden andere Empfänger gestört. (Dieser Hinweis ist für die Einhaltung der Funkstörbedingungen der Post wichtig!) Die Gesamtempfindlichkeit des Empfängers wird außer vom NF-Verstärkungsfaktor von den Rauscheigenschaften des HF-Teils beeinflußt. Entsprechende Hinweise sind in der Bauanleitung enthalten. Über das Direktmischprinzip, seine Anwendungsbereiche und seine Grenzen wurden in den letzten Jahren einige Beiträge veröffentlicht, deren Studium dem am tieferen Eindringen bzw. an weiteren Experimenten Interessierten empfohlen werden kann. Nachstehend eine Auswahl:
Petermann, B.: Der Direktmischempfänger, FUNKAMATEUR 18 (1969), H. 11, S. 552–554.
Meissner, S.: Ein interessanter 80-m-Fuchsjagdempfänger, FUNKAMATEUR 19 (1970), H. 3, S. 137–138.
Rohländer, W.: Details für Direktmischempfänger, FUNKAMATEUR 22 (1973), H. 11. S. 559.
Schubert, K.-H.: Der Direktmischempfänger für den KW-Empfang, Elektronisches Jahrbuch 1975, Seite 207–218.
Der im folgenden beschriebene Fuchsjagdempfänger wurde speziell für den Nachbau für Anfänger entwickelt. Er ist so dimensioniert, daß sich der Nachbau ohne spezielle Meßgeräte ermöglichen läßt. Er gestattet nur den Empfang von Telegrafiesignalen; denn auf dem 80-m-Band arbeiten die Füchse fast ausschließlich in A 1.

5.2. Schaltungstechnik

5.2.1. Direktmischempfänger in konventioneller Bauweise — Variante I

Damit der als Empfangsantenne verwendete Ferritstab die Empfindlichkeit erhöht und den Empfang von Nebenwellen vermeidet, muß er mit dem Oszillator im Gleichlauf abgestimmt werden. Zu diesem Zweck erweitert man die Induktivität des Ferritstabs (L 3 in Bild 14) durch L 1 mit C 1 bis C 3 zu einem Schwingkreis, der mit L 1 und C 3 sowie mit dem Oszillator (L 2, C 3' und C 18) auf Gleichlauf abgestimmt werden kann. Es ist möglich, den Empfänger mit und ohne FET-Vorstufe aufzubauen. Als »Erstlingswerk« ist die Variante ohne die Vorstufe mit dem empfindlichen FET (Feldeffekttransistor) günstiger. Dieser wird erst dann, wenn das Gerät einwandfrei arbeitet, in die Schaltung eingesetzt. T 0, C 0, R 0 und R 1 bleiben unberücksichtigt, und die Anzapfung von L 3 liegt an C 4. Vom Ferritstab wird die HF niederohmig über C 4 an die Basis des Mischtransistors T 1 gekoppelt (gestrichelte Verbindung). An diesem Punkt liegt über eine Verlängerungsspule (L 4) und den Spannungsteiler R 23 die Stabantenne zur Seitenbestimmung. An den Emitter von T 1 wird niederohmig die Oszillatorfrequenz eingekoppelt. Durch diese Schaltungsart ist es möglich, die Oszillatorstörstrahlung des Empfängers gering zu halten. Beim Direktmischempfänger wird die

Eingangsfrequenz gleich auf die NF heruntergemischt. Der Oszillator schwingt also auf der gleichen Frequenz, auf der ein Sender empfangen werden soll. Bei A 1-Empfang ist f_o gegen f_e um etwa 1 kHz versetzt. Der Schwingkreis (L 2, C 3', C 18) ist über C 19 an den Oszillator, der in *Clapp*-Schaltung arbeitet, angekoppelt. Das vom Oszillator erzeugte Rauschen wird in T 1 demoduliert und im NF-Verstärker verstärkt. Es bestimmt damit die Grenzempfindlichkeit des Empfängers. Aus diesem Grund wird der Oszillator auf einen geringen Kollektorstrom eingestellt.
Zur Vermeidung von Rückwirkungen des Eingangssignals auf den Oszillator wird die Oszillatorfrequenz niederohmig vom Kollektor entnommen. Der Mischer arbeitet ebenfalls mit geringem Kollektorstrom, um ein geringes Rauschen zu erzeugen. Für eine möglichst große Mischverstärkung muß der Emitter von T 1 für die NF geerdet werden. Die Oszillatorspannung findet an Dr einen genügend hohen Widerstand; für die NF stellen Dr und C 6 einen Kurzschluß dar. Am Kollektor des Mischers stehen die Mischprodukte $f_e + f_o$ und $f_e - f_o$ zur Verfügung. $f_e - f_o$, also die Niederfrequenz, wird durch C 7, R 6 und C 8 ausgesiebt und über C 17 dem Lautstärkepotentiometer P 1 zugeführt. P 1 gestattet eine kontinuierliche Lautstärkeeinstellung auch bei starken Signalen in Sendernähe. Über C 9 gelangt die NF in den 3stufigen NF-Verstärker. Dieser gleichstromgekoppelte Verstärker ist temperaturstabilisiert. Über das Netzwerk R 11, C 11 und R 12 ist der Verstärker vom Kollektor von T 3 auf den Emitter von T 2 stark gegengekoppelt. Er arbeitet nur bei Frequenzen mit 1 kHz mit voller Verstärkung, während die Amplituden aller anderen Frequenzen stark geschwächt werden. Die niederen Frequenzen sind außerdem am Emitterelektrolytkondensator C 15 noch zusätzlich gegengekoppelt.
Bild 15 zeigt die Durchlaßkurve des NF-Verstärkers von C 9 bis zur Kopfhörerbuchse. Durch den starken Abfall der Verstärkung oberhalb 1 kHz werden Sender, die weiter vom Nutzsignal entfernt liegen, genügend unterdrückt. Die Selektion ist trotz des geringen Aufwands gut.
Durch den Einsatz des FET-Vorverstärkers läßt sich die Empfindlichkeit des Geräts etwa um den Faktor 5 erhöhen. Bei der einfachen Schaltung gelangt die HF von der Ferritantenne aus Anpassungsgründen niederohmig an den Mischtransistor, wobei durch die Anzapfung nur ein Teil der im Ferritstab induzierten Antennenspannung als Nutzsignal zur Verfügung steht. Durch Erhöhung der Eingangsimpedanz der Mischstufe könnte diese voll an den Eingangskreis angekoppelt werden, wodurch die Eingangsspannung im Verhältnis der Windungszahlen des angezapften zum vollen Schwingkreis ansteigt. Das ist beim Mustergerät etwa der Faktor 4. Als Mischtransistor wäre ein Feldeffekttransistor geeignet. Um jedoch die Gesamtempfindlichkeit nicht zu verschlechtern, müßte er die gleiche Mischsteilheit wie der SC 207 aufweisen. Die zur Zeit im Handel erhältlichen FET erfüllen diese Forderung nicht, so daß als Ausweg vor der Mischstufe eine aperiodische FET-Vorstufe geschaltet wird. Beim Mustergerät wurde der MOSFET SM 103 eingesetzt. Er arbeitet in Source-Schaltung und dient hauptsächlich zur Anpassung an die Mischstufe. Die in den Eingangskreis induzierte Antennenspannung gelangt in voller Höhe an das Gate von T0; mit R0 wird der Arbeitspunkt von T0 auf etwa 1 mA Drainstrom eingestellt. C0 legt das Source HF-mäßig an Masse. R1 ist der Arbeitswiderstand für T0. Mit dem parallelliegenden Eingangswiderstand der Mischstufe ergibt sich eine HF-Verstärkung von reichlich 1. Da FET-Transistoren infolge ihres hohen Eingangswiderstandes sehr empfindlich gegen statische Spannungen sind, sollten bis zur Inbetriebnahme des Geräts alle Transistoranschlüsse kurz unter dem Gehäuseboden mit einem dünnen, aber festen Kupferdraht leitend verbunden werden. Um ein Zerstören von T0 zu vermeiden, sind die Behandlungsvorschriften für FET-Transistoren zu beachten. Da diese Stufe nur Fortgeschrittenen empfohlen wird, sei auf die Wiedergabe dieser Vorschriften aus Platzgründen verzichtet.

5.2.2. Direktmischempfänger mit KME-3-Baustein im NF-Verstärker — Variante II

Da gegenwärtig (noch) KME-3-Bausteine preiswert im Einzelhandel erhältlich sind, liegt es nahe, den Aufbau eines Fuchsjagdempfängers durch Einsatz von integrierten Bausteinen zu vereinfachen. Das HF-Teil des in Abschnitt 5.2.1. beschriebenen Direktmischempfängers benutzt man ebenfalls für diesen Fuchsjagdempfänger. Nur der Niederfrequenzverstärker wird durch den 3stufigen Verstärkerbaustein 21—31211 (BV 12) ersetzt. Im Stromlaufplan (Bild 16) sind alle gegenüber dem in Abschnitt 5.2.1. vorgestellten Empfänger veränderten Bauelemente mit Ziffern > 25 versehen, um beide Varianten leichter unterscheiden zu können.

Von der schaltungstechnisch etwas veränderten, elektrisch jedoch völlig gleichwertigen Mischstufe gelangt die NF über ein HF-Siebglied (C 7, R 6, C 8, P 1, R 25, C 17 und C 25) zum Eingang des BV 12. Mit den Widerständen R 26 und R 29 wird der Arbeitspunkt des für 12 V ausgelegten Bausteins auf die Betriebsspannung von 9 V eingestellt. C 26, C 27 und C 28 überbrücken die entsprechenden Emitterwiderstände im integrierten Schaltkreis. Die Gesamtverstärkung ist durch R 28 festgelegt. C 29 und R 30 beeinflussen den Frequenzgang des NF-Verstärkers. Das Gesamtverhalten entspricht dadurch etwa dem Stromlaufplan nach 5.2.1. Fertigt man das Gehäuse für den Empfänger nach der 2. Variante an, dann sind die geänderten Abmessungen der Leiterplatte zu beachten. Die weiteren Abschnitte gelten sinngemäß für beide Empfänger-Varianten.

5.3. Aufbau

Für den Zusammenbau des Empfängers, speziell für das Wickeln der Spulen und für das Bestücken der Leiterplatte, sollte man sich viel Zeit und die nötige Ruhe gönnen. Das ist sehr wichtig, denn die Erfahrung hat gezeigt, daß Ungeduld beim Selbstbauen leicht zu Flüchtigkeitsfehlern führt, die später, speziell vom Anfänger, ohne die nötigen Meßgeräte nur schwer zu finden sind und dadurch den Spaß am Selbstbauen verderben. Aus diesem Grund werden der mechanische Aufbau und der Abgleich etwas gründlicher erläutert. Ein völliges Verstehen der elektrischen Schaltung ist für einen funktionssicheren Nachbau nicht unbedingt erforderlich.

5.3.1. Vorbereiten der Leiterplatte

Die z. B. nach Originalbauplan Nr. 20 angefertigte Leiterplatte (Bild 17 bzw. Bild 19) wird an den äußeren Begrenzungskanten beschnitten. Die gestrichelten Linien bleiben unberücksichtigt. Man benutzt eine Laubsäge oder eine Tafelschere. Beim Schneiden von Hartpapier-Leiterplatten müssen diese auf der Bestückungsseite angewärmt werden (handwarm). Danach werden alle Löcher mit einem Bohrer von 0,9 bis 1,1 mm Durchmesser mit einer Maschine bei möglichst hoher Drehzahl gebohrt. Die Befestigungslöcher für die Montage im Gehäuse und für den Drehkondensator auf der Platte bohrt man mit einem Durchmesser von 3,1 mm. Die auf diese Weise vorbereitete Platine ist fertig für das Bestücken.

5.3.2. Bestücken der Leiterplatte

Sind alle Bauteile vorhanden, so kann mit dem Bestücken der Leiterplatte begonnen werden. Bild 18 zeigt den Bestückungsplan von der Bestückungsseite aus. Zuerst werden, von einer Seite beginnend (z. B. vom Eingang mit C 1, C 2 usw.), sämtliche Widerstände und Kondensatoren auf die entsprechenden Stellen der Leiterplatte gesetzt. Ob dabei jeder Widerstand und Kondensator einzeln gelötet wird oder mehrere gemeinsam, ist gleichgültig. Stehend angeordnete Bauelemente sind auf dem Bestückungsplan durch die kleineren Abstände der Lötaugen voneinander bzw. die geknickt gezeichneten Anschlüsse erkennbar. Sind alle Widerstände und Kondensatoren mit der Leiterplatte verlötet und die auf der Leiterseite herausragenden Drähte auf etwa 1 mm gekürzt, dann werden die Transistoren eingelötet. Zum Löten von Leiterplatten verwendet man einen Lötkolben von 20 bis 40 W, wobei eine saubere Lötspitze Bedingung ist. Sollte diese verzundert sein, so nimmt man sie, wenn es das Modell zuläßt, aus dem kalten Lötkolben heraus und säubert sie gründlich mit einer Drahtbürste. Die Spitze wird mit einer Feile metallisch blankgefeilt. Nach dem Zusammenbau des Lötkolbens und Inbetriebnahme reibt man die Spitze während des Erwärmens mit Fadenzinn (Lötzinn in Drahtform, mit Kolophonium gefüllt) ein, so daß sie »silbern« glänzt. Eine Lötstelle kann niemals sauberer sein als die Lötspitze. Das sollte man sich beim Arbeiten stets vor Augen halten. Zum Löten verwendet man Fadenzinn und als Flußmittel Löttinktur »C« oder eine andere möglichst wenig aggressive Substanz bzw. als Ersatz in Brennspiritus aufgelöstes Kolophonium. Lötfett, auch sogenanntes »säurefreies« und andere Flußmittel sind nicht geeignet, da dadurch das Kupfer stark angegriffen wird. Innerhalb kurzer Zeit ist dann die Kupferfolie durchoxydiert.
Als Drehkondensator lassen sich alle Typen mit einer Kapazitätsvariation von etwa 10 pF (UKW-Typen) verwenden. In Variante I wird der Typ 1002 eingesetzt. Bei dem in Variante II benutzten

Kombinations-Drehkondensator aus einem AM-FM-Kofferempfänger wurde nur der UKW-Drehkondensator verwendet (farbige Anschlüsse).
Der Drehkondensator 1002 hat eine Untersetzung von 3 : 1, womit sich für den Bereich 3,5 bis 3,8 MHz 1½ Umdrehungen der Antriebsachse ergeben. Bei einer Kreisskale (Bild 21) muß der Drehkondensator auf 1 Umdrehung geändert werden. Dazu ist der Kerbstift aus der Antriebsachse zu entfernen, und ein um 3 mm längerer Stift aus 1,5 mm Eisen- oder Messingdraht wird in die Achse gedrückt. Der auf diese Weise geänderte Drehkondensator überstreicht den Bereich von 3,5 bis 3,7 MHz. Für andere Drehkondensatoren muß die Skale entsprechend neu geeicht werden. Abschließend wird der Drehkondensator montiert. Beide Statoren und die Rotoranschlüsse sind durch kurze Drahtbrücken mit der Platine zu verbinden. Die fertig gewickelten Spulen L 1 und L 2 werden vorerst nicht aufgeklebt, sondern nur in die Schaltung eingelötet.
Folgende Bauteile bzw. Stützpunkte sind bei Variante I nicht auf der Platte, sondern im Gehäuse angeordnet: L 3, R 1, L 4, C 16 und die Kopfhörerbuchse (bei Variante II nur L 3 und die Kopfhörerbuchse). Bild 22 und Bild 23 zeigen fertig bestückte Leiterplatten. Aus Bild 24 ist die Beschaltung des Ferritstabs, der Verlängerungsspule L 4 sowie von S 2 ersichtlich.

5.3.3. Anfertigen der Spulen

Das Wickeln der Spulen sollte mit besonderer Sorgfalt vorgenommen werden. Die beim Mustergerät verwendeten Spulenkörper mit dazugehörigen Windungszahlen wurden in Tabelle 1 zusammengestellt. Der Ferritstab wird wie folgt bewickelt (s. a. Bild 25 und Bild 26):
Auf den Ferritstab legt man 1½ Wdg. Prena-Band mit der Klebeseite nach außen, darauf werden 4 Wdg. 0,3-mm-CuLS-Draht (Lack-Seide-Isolation) angeordnet. Ein etwa 10 cm langes Stück Draht wird verdrillt herausgeführt, daran schließen sich 17 Wdg. 0,3-mm-CuLS in gleicher Wickelrichtung an. Anfang und Ende von L 3 sind ebenfalls etwa 10 cm lang. Diese Spule wird Windung an Windung gewickelt. Abschließend folgt 1½ Wdg. Prena-Band mit der Klebeseite nach innen zum Festlegen der Windungen. Der Spulenanfang stellt das masseseitige Ende dar, die Anzapfung nach 4 Wdg. wird mit dem Schleifer von R 23 und evtl. mit C 4 verbunden, das Ende kommt an L 1. Stehen die beim Mustergerät verwendeten Spulenkörper nicht zur Verfügung, so kann man den K-Wert der Spule (Kernfaktor) ohne große Hilfsmittel nach einer der folgenden Methoden leicht bestimmen:
Für die K-Wert-Bestimmung nach der 1. Methode benötigt man einen Kondensator mit einer Toleranz von weniger als 5 % (handelsüblich sind 10 %) und einen Rundfunkempfänger mit Außenantennenanschluß. Der Empfänger sollte so beschaffen sein, daß er ohne Antenne möglichst wenig empfängt. Auf die zu messende Spule wickelt man z. B. 50 Wdg. 0,3-mm-CuLS-Draht. Diese Spule wird mit dem Kondensator 100 pF zu einem Parallelschwingkreis zusammengeschaltet und als Sperrkreis an den Antenneneingang des Empfängers gelegt. Vorher stellt man am Empfänger im Bereich von 1200 bis 1600 kHz einen möglichst schwachen Sender ein. Nach Zwischenschalten des Sperrkreises in die Antennenzuleitung wird durch Drehen des unbekannten Abgleichkerns in der Spule der empfangene Sender auf minimale Wiedergabelautstärke eingestellt. Beim Herausdrehen des Abgleichkerns verringert sich die Induktivität und umgekehrt. Durch Zu- bzw. Abwickeln von Windungen wird versucht, den eingestellten Sender etwa in Kernmittelstellung am leisesten zu empfangen. Aus Kapazität und Frequenz läßt sich die Induktivität wie folgt berechnen:

$$L = \frac{2{,}533 \cdot 10^4}{f^2 \cdot C}; \text{ L in } \mu\text{H, f in MHz, C in pF.}$$

Den K-Wert bestimmt man aus der Induktivität L und aus der Windungszahl n zu $K = \frac{n}{\sqrt{L}}$.
Für die folgenden Rechenoperationen ist die Induktivität immer in µH einzusetzen. Die Windungszahl für L 1 oder L 2 auf dem neuen Spulenkörper berechnet man nach $n = K\sqrt{L}$.
Werden diese Arbeiten sorgfältig ausgeführt, so erreicht man nach dieser Methode ausreichende Genauigkeit (Toleranz etwa 20 %). Die Induktivität einer Spule läßt sich mit ausreichender Genauigkeit auch mit einem Grid-Dip-Meter bestimmen. Die zu messende Spule wird dazu mit dem Kondensator zu einem Parallelschwingkreis zusammengeschaltet. Mit dem Grid-Dip-Meter stellt man die Resonanzfrequenz des Kreises fest. Aus »Dip-Frequenz« und Kapazität können wie im vorigen Beispiel L und K bestimmt werden.

5.3.4. Anfertigen des Gehäuses

Woraus und auf welche Weise das Gehäuse gebaut ist, das richtet sich nach den Fähigkeiten und Möglichkeiten des Amateurs. Im folgenden ist ein Gehäuse aus Basismaterial für Leiterplatten auf Hartpapiergrundlage beschrieben. Bei der Bearbeitung sollten die Hinweise in Abschnitt 5.3.1. beachtet werden. Bild 27 enthält die Abmessungen für alle Einzelteile des Gehäuses für einen Empfänger nach Variante I. Zunächst schneidet man die Platten mit den entsprechenden Abmessungen zu, bringt die erforderlichen Bohrungen an und schält an den markierten Stellen das Kupfer nach Einritzen der Begrenzungslinien ab. Danach werden die Kanten aneinandergelegt und mit einem nicht allzu kleinen Lötkolben (60 bis 100 W) miteinander verlötet. In die oberen Ecken werden entsprechend Bild 28 M3-Muttern aus Messing eingelötet. Vor dem Einlöten schraubt man in die Muttern Eisenschrauben, um ein Verschmieren des Gewindes mit Lötzinn auszuschließen.
Auf Teil G wird ein Stück Messing- oder Weißblech (z. B. von einer alten Konservendose) aufgelötet, um ein Herausfallen des Batteriedeckels zu vermeiden. Teil I (Montageplättchen für den Lautstärkeregler R 1) wird als letztes Teil in das Gehäuse eingelötet. Wer noch kein Gehäuse aus Basismaterial zusammengelötet hat, sollte sich vorher mit einigen Abfallstücken im Gehäusebau üben. Bild 29 zeigt den fertig montierten Empfänger.
Ein Gehäuse für den Empfänger nach der Variante II ist sinngemäß anzufertigen.

5.4. Inbetriebnahme und Abgleich

(Die Angaben in [ ] gelten für die Variante II mit dem BV 12 als NF-Verstärker.)
Wenn die Leiterplatte vollständig bestückt ist, wird nochmals die Lage aller Bauelemente auf der Leiterplatte mit dem Bestückungsplan verglichen. Sind keine Fehler vorhanden, so schließt man an T 4 [R 30] die Kopfhörerbuchse und an C 17, C 9 den Lautstärkeregler an (ist bei Variante II bereits auf der Platte montiert). In die Plusleitung zur Batterie schaltet man ein Meßinstrument mit 5 bis 10 mA Endausschlag. Nach Anschluß des Kopfhörers kann die Batterie angeschaltet werden. Die Gesamtstromaufnahme sollte bei 9 V Batteriespannung etwa 3 mA [3,5 mA] (± 0,5 mA) betragen. Im Kopfhörer muß ein leichtes Rauschen hörbar sein. Weicht die Stromaufnahme stark ab, so ist die gesamte Schaltung nochmals auf Schaltfehler zu überprüfen. Läßt sich trotz Abweichung der Stromaufnahme kein Fehler feststellen, dann wird das Meßinstrument mit dem Kopfhörer in Reihe geschaltet. Ist der Kollektorstrom von T 4 größer als etwa 0,7 mA, so muß man R 17 vergrößern. Andernfalls ist der Widerstand zu verkleinern. Die Arbeitspunkte von T 2 und T 3 stabilisieren sich selbst und bedürfen keiner Einregelung. Beim »Aufdrehen« von P 1 (Schleifer an C 17) [C 8, R 6] muß das Rauschen im Kopfhörer zunehmen. Beim Berühren von C 4 am Basisanschluß von T 1 muß im Kopfhörer ein starkes Brummen oder Pfeifen hörbar sein, dann ist der gesamte NF-Verstärker in Ordnung. Zuletzt überprüft man den Oszillator. Beim Kurzschließen von R 19 muß das Rauschen abnehmen. Verringert sich das Rauschen nicht, so schwingt der Oszillator nicht; R 20 (7,5 kΩ) muß dann in seinem Wert verkleinert werden (6,8 bis 4,7 kΩ). Abschließend sind noch die Arbeitspunkte von T 1 und T 5, eventuell auch T0, durch eine Kollektorstrommessung zu kontrollieren. Steht kein Instrument mit weniger als 1 mA Endausschlag zur Verfügung, so muß auf das Überprüfen und Einstellen der Arbeitspunkte von T 1 und T 5 verzichtet werden.
Der Kollektorstrom (I_c) von T 1 wird mit R 2 auf etwa 0,06 mA bei kurzgeschlossenem R 19 eingestellt. Ist I_c kleiner als 0,06 mA, so verkleinert man R 2. Andernfalls muß der Widerstand vergrößert werden. Wird der Kurzschluß über R 19 aufgehoben, so muß I_c von T 1 auf etwa 0,1 mA ansteigen. I_c von T 5 stellt man mit R 20 ein. Sein Wert richtet sich nach Stromverstärkung, Schwingfreudigkeit und Rauschen von T 5 und wird eventuell experimentell ermittelt.
Setzt man die FET-Vorstufe (T0) ein, so ist der Arbeitspunkt mit R0 auf etwa 1 mA Drainstrom einzustellen. Ein größeres R0 verringert I_D und umgekehrt.
Funktioniert der Fuchsjagdempfänger einwandfrei, so kann die Leiterplatte in das Gehäuse eingebaut werden. Alle anderen Bauteile werden im Gehäuse montiert und mit den entsprechenden Anschlüssen auf der Leiterplatte verbunden. Kurzschlüsse der Leiterplatte mit dem Gehäuse lassen sich vermeiden, wenn man zwischen beide eine Isolierzwischenlage, z. B. aus 0,5-mm-Vinidur, legt. Zwischen Leiterplatte und Gehäuse finden M 4-Muttern als Distanzstücke Verwendung. Die Massefläche der Leiterplatte ist über eine kurze Drahtbrücke mit dem Gehäuse zu verbinden. Für die

Spannungszuführung verwendet man den Druckkontakt einer alten Batterie. Die Rückseite ist mit Isolierband oder Heftpflaster zu isolieren. Die Skale (Bild 21) wird auf einer Hartpapierscheibe o. ä. aufgeklebt und diese wiederum auf einen Knopf, wie er z. B. im Fernsehgerät »Start« verwendet wurde (s. auch Bild 24). Zum Endabgleich benötigt man ein geeichtes Grid-Dip-Meter oder einen geeichten 80-m-Band-Empfänger bzw. -Sender. Zuerst sind die Bandgrenzen mit dem Oszillator festzulegen. Dazu bringt man ein Grid-Dip-Meter in die Nähe des Ferritstabs, stellt es auf 3,5 MHz und gleicht bei hereingedrehtem Drehkondensator mit L 2 den Oszillator auf 3,5 MHz ab. Im Kopfhörer ist dann ein Überlagerungston (Pfeifton) des Oszillators mit dem Grid-Dip-Meter hörbar. Anschließend stellt man das Grid-Dip-Meter auf 3,7 MHz und gleicht bei herausgedrehtem Drehkondensator mit C 18 am Oszillator auf 3,7 MHz ab. Dieses wechselseitige Abgleichen ist zu wiederholen, bis die Bandgrenzen stimmen.
Steht ein 80-m-Sender zur Verfügung, so übernimmt dieser die Aufgabe des Grid-Dip-Meters, wobei die Ausgangsleistung auf ein Minimum reduziert wird. Günstiger ist es, nur den VFO in Betrieb zu setzen. Dadurch kann der Fuchsjagdempfänger nicht übersteuert werden.
Steht ein geeichter 80-m-Band-Empfänger zur Verfügung, so legt man die Antennenzuleitung in die Nähe des Fuchsjagdempfängers und schaltet den 80-m-Band-Empfänger auf A 1. Die Oszillatorstrahlung des Fuchsjagdempfängers ist ausreichend, um im 80-m-Band-Empfänger ein gut hörbares Signal zu erzeugen. Zum Abgleich wird der 80-m-Band-Empfänger auf 3,5 MHz eingestellt. Dann variiert man L 2 des Fuchsjagdempfängers bei hereingedrehtem Drehkondensator so lange, bis im 80-m-Band-Empfänger ein Signalmaximum zu hören ist. Beim Herausdrehen des Kerns erhöht sich die Oszillatorfrequenz, und beim Hineindrehen verringert sie sich. Danach wird der 80-m-Band-Empfänger auf 3,7 MHz eingestellt. Bei herausgedrehtem Drehkondensator stellt man mit C 18 ebenfalls ein Überlagerungstonmaximum ein. Diesen Abgleich wiederholt man so lange, bis der Bereich von 3,5 bis 3,7 MHz überstrichen wird.
Abschließend bringt man den Vorkreis (L 1, L 3, C 1, C 2, C 3) mit dem Oszillator in Gleichlauf. Der Fuchsjagdempfänger wird dazu auf einen möglichst schwachen Sender bei etwa 3,55 MHz eingestellt. Befindet sich in diesem Bereich kein Sender, dann entfernt man das Grid-Dip-Meter so weit vom Fuchsjagdempfänger, daß sein Signal gerade noch zu empfangen ist. Mit L 1 wird dieses Signal auf größte Lautstärke gestellt. Danach stimmt man den Fuchsjagdempfänger auf etwa 3,65 MHz ab und bringt mit C 2 den dort empfangenen Sender auf größte Lautstärke. Diesen wechselseitigen Abgleich von L 1 und C 2 wiederholt man so lange, bis keine Empfindlichkeitssteigerung mehr möglich ist. Bei diesen Abgleicharten bleibt R 23 auf seinem Größtwert (Schleifer an L 4), S 2 steht auf »Aus«, und es ist keine Stabantenne eingesteckt. Abschließend gleicht man die Seitenbestimmung mit der Zusatzstabantenne ab. S 2 wird eingeschaltet und die Stabantenne aufgesetzt. Bei etwa 3,6 MHz empfängt man einen Fuchsjagdsender mit vertikaler Polarisation, der zuvor etwa 0,5 km vom Empfänger aufgestellt wurde. Mit L 4 wird die größte Lautstärke dieses Senders eingestellt. Dabei hält man den Empfänger so, daß die Stabantenne vertikal steht.
Bei abgeschalteter Stabantenne wird nun das Minimum des Senders gesucht. Diese Stellung entspricht 0°. Bei zugeschalteter Stabantenne schwenkt man den Empfänger um − 90°, merkt sich diese Lautstärke und dreht den Empfänger auf + 90°. Zwischen − 90° und + 90° muß ein hörbarer Lautstärkeunterschied vorhanden sein. Mit R 23 wird der größte Lautstärkeunterschied zwischen − 90° und + 90° eingestellt. Zum Schluß markiert man die Richtung auf dem Empfänger, aus der der Sender am leisesten zu empfangen ist, um später einen unbekannten Sender eindeutig anpeilen zu können.

Tabelle 1 Spulendaten für den Direktmischempfänger

L 1	2,9 μH	25 Wdg. 0,3-mm-CuLS	Spulenkörper S 1	Kern Mz 36 Form E[1]
L 2	34 μH	70 Wdg. 0,3-mm-CuLS	M 2	Mz 36 Form A
L 3	29 μH	21 Wdg. 0,3-mm-CuLS Anzapfung 4 Wdg.	Ferritstab 10 × 160 aus Manifer 340[2]	
L 4	82 μH	150 Wdg., 0,25-mm-CuL	Spulenkörper M 2	Mz 36 Form A

1) Spulenkörper und Kerne vom VEB Hochfrequenzwerkstätten Meuselwitz
2) Ist z. B. in Kofferempfängern mit KW-Teil enthalten. Farbkennzeichnung Orange/Gelb

6. Drahtloses HF-Morsegerät

6.1. Nachrichtenübertragung per Funk

Mit der menschlichen Gesellschaft entwickelten sich auch die Nachrichtenmittel. Genügte es einstmals, dem bescheidenen Informationsbedürfnis entsprechend Nachrichten über weite Strecken mit Rauchzeichen, optischen Telegrafen und reitenden Boten zu übermitteln, so ist unsere moderne sozialistische Gesellschaft nicht denkbar ohne die ihr technisch gemäßen Nachrichtenmittel. Heute benutzt der Mensch daher entsprechend dem Stand der Technik die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes und die der elektrischen Signale zur Nachrichtenübertragung; sie also bestimmen jeweils die mögliche Schnelligkeit und Informationsdichte.
Unter Informationsübertragung und Nachrichtenaustausch wird heute nicht nur die Übertragung von Signalen zwischen Menschen verstanden, sondern ein ganzer Komplex wie etwa Steuerung, Regelung und Kontrolle von Maschinen, auch über größere Entfernungen.
Dieser Bauplan soll sich jedoch auf Nachrichtenübertragung durch Morsezeichen konzentrieren und den Interessierten beim Selbstbau einfacher Geräte helfen. Das Morsen hat seine Bedeutung nach wie vor behalten: Wenn – besonders bei Übertragung über große Entfernungen – mittels Sprechfunks und Fernsehens ein störungsfreier Empfang nicht mehr möglich ist, gelingt es jedoch in den meisten Fällen, Morsezeichen einwandfrei zu entziffern. Die Verständigung durch Morsezeichen stellt allerdings an den Menschen eine bestimmte Anforderung: Er muß Morsen können.

6.2. Allgemeines zur Nachrichtenübertragung

Unter Funk wird im allgemeinen die drahtlose Nachrichtenübertragung mit hochfrequenten elektromagnetischen Wellen mit Hilfe entsprechender technischer Einrichtungen verstanden. Bild 30 zeigt das Schema einer Nachrichtenübertragung, das allgemein (d. h. sowohl über Draht als auch drahtlos) gültig ist.
Im Sinne der Nachrichtenübertragung per Funk zwischen Menschen ist in diesem Übersichtsschaltbild unter *Nachrichtenquelle* der Mensch mit seinem Bedürfnis, eine Nachricht zu übermitteln, zu verstehen.
Zum *Sender* gehören die technischen Einrichtungen, die z. B. die menschliche Sprache in entsprechende Signale umformen, die ein Übertragungskanal übermitteln kann.
Unter *Übertragungskanal* wird bei drahtloser Übermittlung ein bestimmter hochfrequenter Frequenzbereich oder bei drahtgebundener Übermittlung z. B. eine Leitung für die direkte Sprachübertragung verstanden. (Allerdings können auch auf speziellen Leitungen höhere Frequenzbereiche ausgenutzt werden.)
Der *Empfänger* ist eine geeignete Einrichtung, die das eingetroffene Signal ggf. verstärkt und wieder umformt (dekodiert), so daß der als Nachrichtenempfänger bezeichnete Mensch die Nachricht verstehen kann.
Diese Nachrichtenübertragung unterliegt Störungen (allgemein als Rauschen bezeichnet), die Qualität und Verständlichkeit der eintreffenden Nachricht beeinträchtigen. Im Funkverkehr sind das z. B. veränderte Ausbreitungsbedingungen, atmosphärische Störungen oder fremde Sender sowie andere technische Störquellen.

6.3. Funk- und Amateurfunkausbildung in der GST

Dem Wunsch nach einer sinnvollen Freizeitbetätigung auf dem Gebiet des Nachrichtenwesens (vor allem im Funk) wird die Gesellschaft für Sport und Technik in ihren Ausbildungsgruppen gerecht.
Ihre Hauptaufgabe im Nachrichtenwesen sieht die GST in der vormilitärischen Ausbildung Jugendlicher zur Vorbereitung auf ihren künftigen Wehrdienst in den Nachrichteneinheiten der Nationalen Volksarmee. Besonders die Sechzehn- bis Achtzehnjährigen, die einmal Nachrichtensoldaten werden wollen, üben sich in besonderen Gruppen im Morsen, im praktischen Funkverkehr, in der Arbeit mit Funkstationen. Gleichzeitig lernen sie gemeinsam wichtige Grundelemente der künftigen militärischen Ausbildung kennen.

Jugendliche, aber auch ältere Interessenten beiderlei Geschlechts, können sich in anderen *Funksportgruppen* der Grundorganisationen der GST und ihren Ausbildungszentren vielseitig betätigen. Auf dem Programm solcher Funkgruppen stehen entsprechend den unterschiedlichen Vorkenntnissen das Erlernen von Geben und Hören, Übungen mit Funkgeräten im Sprechfunk, später im Tastfunk, Üben und Erlernen der Funkbetriebsregeln usw.
Die fähigsten Funker der Gruppen, Kreise und Bezirke ermitteln regelmäßig ihre Besten in Wettkämpfen und Meisterschaften, Höramateure und Funkamateure finden sich an den Kollektivstationen der GST ein und beteiligen sich, sobald sie die wichtigsten Grundbegriffe beherrschen, als *Höramateure* am weltweiten Amateurfunkverkehr. Nachdem sich die angehenden *Funkamateure* entsprechende Kenntnisse und Erfahrungen im Amateurfunk angeeignet haben, besteht für sie die Möglichkeit, eine Sendegenehmigung zu erwerben. Diese staatliche Genehmigung erlaubt die Teilnahme am Amateurfunkverkehr entsprechend den Bedingungen der verschiedenen Klassen. Sende- und Empfangsanlagen der Klubstationen stehen dafür zur Verfügung.
Zu den Prüfungsbedingungen für eine solche Genehmigung gehört selbstverständlich auch der Nachweis von Kenntnissen im Geben und Hören von Morsezeichen. Die Betätigung im Sinne dieses Bauplans ist also auch dafür von Nutzen.

6.4. Drahtloser Funkverkehr und seine Gesetze

Damit Störungen anderer Funkdienste vermieden werden, wurden internationale Vereinbarungen getroffen. Die einzuhaltenden Regelungen sind von den einzelnen Staaten gesetzlich festgelegt worden. In unserer Republik regeln das *Gesetz über das Post- und Fernmeldewesen* und die dazu erlassenen Durchführungsbestimmungen die Bedingungen bei der Nachrichtenübermittlung. Es ist selbstverständlich, daß wir als Bürger unseres sozialistischen Staates dieses Gesetz gewissenhaft einhalten.
Die einzuhaltenden Bestimmungen für den zukünftigen Funkamateur sind in der »Amateurfunkordnung« zusammengefaßt. Der Hinweis auf die o. g. Gesetze gilt damit auch für die Benutzer dieses Bauplans.
Aber auch für die Benutzung einer selbstgebauten drahtgebundenen Nachrichtenverbindung außerhalb einer Wohnung oder eines Grundstücks haben die angeführten Gesetze Gültigkeit.
Die Benutzung von drahtgebundenen Morseübungsgeräten ist an keine besondere Genehmigung gebunden, wenn in den eigenen Wohnungen oder in Ausbildungsräumen geübt wird. Nach den Bestimmungen des Gesetzes über das Post- und Fernmeldewesen ist für das Herstellen, für den Vertrieb oder Besitz von Sendern für Funkanlagen eine Genehmigung des Ministeriums für Post- und Fernmeldewesen erforderlich. Diese Festlegung gilt unabhängig von der benutzten Frequenz und der abgegebenen Leistung des Senders. Dabei ist zu beachten, daß die Genehmigung bereits vorliegen muß, bevor mit dem Bau einer Anlage begonnen wird.
Für die kleine drahtlose NF-Morseanlage, wie sie im folgenden beschrieben wird, ist entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen eine Genehmigung erforderlich, die bei der Deutschen Post zu beantragen ist.
Die Anschrift der Bezirksdirektion des betreffenden Bezirks kann man im Telefonverzeichnis finden oder bei den Dienststellen der Deutschen Post erfragen.
Im Antrag müssen selbstverständlich die technischen Daten der geplanten Anlage genau beschrieben und der Einsatzort muß vermerkt werden.

6.5. Drahtloses NF-Morsegerät VLF-TRX 2 für Senden und Empfang

6.5.1. Zweck

Zwischen der Einsicht in eine Notwendigkeit und dem entsprechenden Handeln steht oft das »Gespenst der Eintönigkeit« langen notwendigen Trainings bis zum Beherrschen einer Fertigkeit. Auch Morsen erfordert beharrliches Üben. Warum aber dazu immer »am Draht hängen«? Viel spannender wird die Sache mit einer selbstgebauten kleinen drahtlosen Station. Im Funkzirkel läßt sich auf diese Weise z. B. kreuz und quer im Raum Funkverkehr abwickeln; jeder kann sich mit jedem koppeln; man übt gleichzeitig das Peilen und erlebt den Einfluß von Störgeräuschen. Der Übungsleiter aber kann stets mithören und sich ggf. auf gleiche Weise einschalten.

Eine solche Anfängerstation darf natürlich auf keinen Fall auf den üblichen Frequenzbändern arbeiten; sie könnte den Funkverkehr erheblich stören. Auf die entsprechenden Gesetze wurde bereits eindringlich hingewiesen. Da jede drahtlose Übertragung genehmigungspflichtig ist, steht ein solcher Antrag auch am Anfang des Baus der beschriebenen NF-Station. Tonfrequenzen um 1 Kilohertz eignen sich für unseren Zweck sehr gut: Sie sind unmittelbar im Kopfhörer aufzunehmen, und auf der Senderseite braucht man nur einen einfachen Tongenerator. Damit sich einige Meter Reichweite ergeben, erhält der Empfänger noch einen kleinen NF-Verstärker. Das Prinzip einer solchen Anlage zeigt Bild 31. Man kann derartige Tongenerator- und Verstärkerschaltungen jedoch über den Bauplanrahmen hinaus für viele andere Zwecke einsetzen, besonders in Verbindung mit Sende- und Empfangsspule.

6.5.2. Ausführung

Der NF-Schaltkreis A 211 D aus dem VEB Kombinat Halbleiterwerk Frankfurt (Oder) gestattet für ein solches »NF-Funkgerät« eine sehr günstige Lösung. Je nach Arbeitsrichtung (rastende Umschalttaste!) wird der Schaltkreis als selbstschwingender Sender mit einer Frequenz zwischen 1 kHz und 2 kHz oder als selektiver Verstärker für (etwa) die gleiche Frequenz benutzt. Der A 211 D ist dafür sowohl in der Ausgangsleistung wie auch in seiner Verstärkung (einstellbar über ein RC-Glied an Anschluß 9) gut geeignet. Gegenüber NF-Verstärkern in diskreter Transistortechnik entfällt das Einstellen von Arbeitspunkten. Bild 32 zeigt den gesamten Stromlaufplan des VLF-TRX 2, von dem in der Arbeitsgemeinschaft wenigstens zwei vorhanden sein sollten. Die Typenbezeichnung ergibt sich aus den im Funkverkehr üblichen Abkürzungen (»Sender und Empfänger für sehr niedrige Frequenzen«), die 2 erinnert daran, daß in Bauplan 14 bereits ein Vorläufer gleichen Prinzips beschrieben wurde, damals noch in Bausteintechnik realisiert. Für den Nachbau ist es von großer Wichtigkeit, daß außer der gewünschten beim Senden keinerlei andere (höhere) Frequenzen auftreten, die benachbarte Rundfunk- oder gar Fernsehempfänger stören könnten. Schließlich wird ja die Arbeitsgemeinschaft weder in einem Faradayschen Käfig noch mitten im einsamen Wald üben! Daher sind 3 wichtige Forderungen zu berücksichtigen:

1. Die Zulassungsbestimmungen für Sendeanlagen beachten!
2. Nicht von vorgegebener Schaltung, Windungszahl (besonders der Koppelspulen!) und angegebener Leiterplatte abweichen!
3. Die Einhaltung der genannten Bedingungen selbst überprüfen (im GST-Ausbildungszentrum sicherlich möglich)!

Die Schaltung ist so ausgelegt, daß sie einen sauberen (also oberwellenfreien) Sinus im NF-Bereich erzeugt. Die Austauschbarkeit des »aktiven Teils« wurde mit mehreren Exemplaren des A 211 D unterschiedlichen Herstellungsdatums überprüft. Dennoch können in solchen Schaltungen bei falscher Dimensionierung (oder wenn ein z. B. überflüssig scheinender Kondensator »eingespart« wird) auch »wilde« HF-Schwingungen auftreten. Man erkennt sie meist auf dem Oszillografen oder z. B. in entsprechend empfindlichen Empfängern der betroffenen Wellenbereiche. Beim vorliegenden Gerät konnte jedenfalls in einem handelsüblichen Kofferempfänger mit Ferritantenne selbst in unmittelbarer Nähe keine Abstrahlung solcher Störungen festgestellt werden. Lediglich in den NF-Teil koppelte die magnetische Energie des Stabes ein. Nach diesem Prinzip arbeitet ja auch das ganze Gerät: Den erzeugten NF-Sinus strahlt der Ferritstab (»Mittelwellen-Manifer«) mit bescheidener Energie ab. Die Tastung der Rückkopplung (richtigen Windungssinn beachten!) ergibt eine 100 %ige Modulation mit den Morsezeichen. Das NF-Magnetfeld läßt sich in einem gleichartig aufgebauten Empfänger nachweisen. Zu Abgleichzwecken wird dabei einmalig der Stab dieser »Gegenstelle« in der Spule so verschoben, daß man das Signal in einigen Metern Abstand bei entsprechender Ausrichtung der Empfangsantenne noch mit größtmöglicher Amplitude empfängt. Die Grenzentfernung hängt stark vom Störpegel des Einsatzortes ab: Leuchtstoffröhrendrosseln, Fahrstuhlmotoren, Fernsehempfänger (!) u. ä. erweisen sich als recht kräftige Störquellen. Die damit also ohnehin nicht allzu hohe nötige Empfindlichkeit des Empfängers ist allerdings in Sendernähe (unterhalb von etwa 2 m) wiederum so hoch, daß der Ton im Kopfhörer unerträglich laut wird. Ein Lautstärkepotentiometer hätte nun aber den Nachteil, daß es bei Standortwechsel laufend zu bedienen wäre. Als günstiger erwies sich eine einfache Begrenzerschaltung mit zwei »steilen« Dioden in Form der gegensinnig

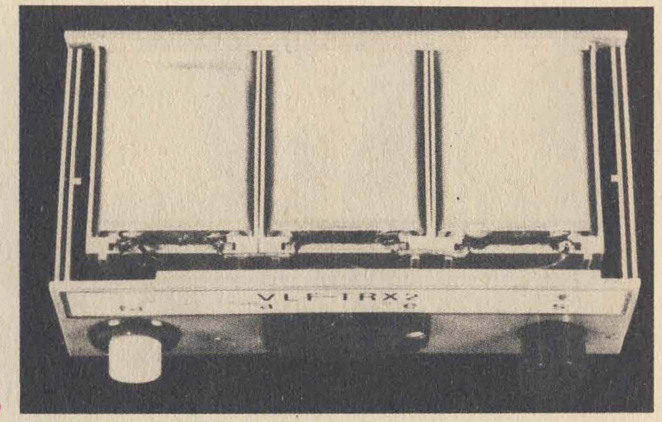
eingesetzten Kollektor-Basisstrecken von zwei billigen Germanium-NF-Transistoren in Verbindung mit einem Vorwiderstand. Den Widerstand hinter diesem Amplitudenbegrenzer (Richtwert 1 kΩ) stellt man im tatsächlichen Wert mit dem gewählten Ohr- oder Kopfhörer auf die gewünschte Höchstlautstärke ein. Der Hörer ist z. B. über Telefonbuchsen in der Seitenwand anzuschließen. Bei den Versuchen wurde ein 400-Ohm-Hörer direkt an die Schaltung angelötet. Statt des Festwiderstandes ließe sich selbstverständlich ein Potentiometer einsetzen, und die eingebaute primitive Knopf-»Taste« ist durch eine außen angeschlossene Morsetaste zum einwandfreien Erlernen des Gebens günstig zu ersetzen. (An die Stelle der Knopftaste treten dann zwei Telefonbuchsen.)
Über den Aufbau des Geräts mit Teilen des Systems »Amateurelektronik« geben die folgenden Bilder Aufschluß. Die Leiterplatte nach Bild 33 und Bild 34 kann in bekannter Weise hergestellt werden, wobei durch den (zumindest bei Manuskriptabschluß) im Handel erhältlichen Ätzsatz wesentlich bessere Voraussetzungen gegeben sein dürften als bisher.
Die Seitenwände sind kleine Wandelemente, Vorder- und Rückwand werden aus einem großen Wandelement gemäß Bild 35 gesägt. Boden- und Deckplatte sind Abschnitte von großen Frontplatten. Die Bodenplatte und die drei Batteriebehälter (ebenfalls von »Amateurelektronik«) bilden eine zusammengeklebte Einheit. Die »Kufen« der Batteriebehälter sind ggf. mit einem Messer zu entfernen. Die Leiterplatte wird auf der den Batteriebehältern gegenüberliegenden Seite mit eingeklebten Systemgleitschienen gehalten. Taste und Einschalter sind an der Deckplatte in entsprechenden Aussparungen befestigt, deren Lage sich (bei Kenntnis der Größenverhältnisse der Systemteile) aus den Fotos genügend genau entnehmen läßt, so daß sich Konstruktionszeichnungen erübrigen. Wer größeren »Komfort« liebt, kann z. B. mit einer Leuchtdiode den Sendebetrieb anzeigen.

Tabelle 2 Morsealphabet

Buchstabe	Morsezeichen	Klangbild	Buchstabiername	Morsezeichen	Klangbild	Satzzeichen
A	. –	dida	Anton	. . . . . .	dididididit	.
B	– . . .	dadididit	Berta	. – . – . –	didadidadida	,
C	– . – .	dadidadit	Cäsar	– . – . – .	daditdaditdadit	;
D	– . .	dadidit	Dora	– – – . . .	dadadadididit	:
E	.	dit	Emil	. . – – . .	dididadadidit	?
F	. . – .	dididadit	Friedrich	– – . . – –	dadadididada	!
G	– – .	dadadit	Gustav	. – – – – .	didadadadadit	’
H	. . . .	dididit	Heinrich	. – . . – .	didadididadit	„
I	. .	didit	Ida			
J	. – – –	didadada	Julius	– . . – .	dadididadit	/
K	– . –	dadida	Konrad	– . – – . –	dadidadadida	()
L	. – . .	didadidit	Ludwig	– . . . –	dadididida	=
M	– –	dada	Martha	. . – – . –	dididadadida	– – –
N	– .	dadit	Nordpol	– . . . . –	dadidididida	-
O	– – –	dadada	Otto			
P	. – – .	didadadit	Paula			
Q	– – . –	dadadida	Quelle			
R	. – .	didadit	Richard			
S	. . .	dididit	Siegfried			
T	–	da	Theodor			
U	. . –	didida	Ullrich			
V	. . . –	didididа	Viktor			
W	. – –	didada	Wilhelm			
X	– . . –	dadidida	Xantippe			
Y	– . – –	dadidada	Ypsilon			
Z	– – . .	dadadidit	Zeppelin			
Ä	. – . –	didadida	Ärger			
Ö	– – – .	dadadadit	Ödipus			
Ü	. . – –	dididada	Übel			
Ch	– – – –	dadadada	Charlotte			

Morse-zeichen	Klangbild	Ziffer	Aus-sprache
. – – – –	didadadada	1	eins
. . – – –	dididadada	2	zwo
. . . – –	didididada	3	drei
. . . . –	dididididа	4	vier
. . . . .	dididididit	5	füneff
–	dadidididit	6	sechs
– – . . .	dadadididit	7	sieben
– – – . .	dadadadidit	8	acht
– – – – .	dadadadadit	9	neun
– – – – –	dadadadada	0	null

Verkürztes Morsezeichen	Klangbild	Ziffer
. –	dida	*1*
. . –	didida	*2*
. . . –	dididida	*3*
. . . . –	didididida	*4*
. . . . .	dididididit	*5*
–	dadidididit	*6*
– . . .	dadididit	*7*
– . .	dadidit	*8*
– .	dadit	*9*
–	da	*0*





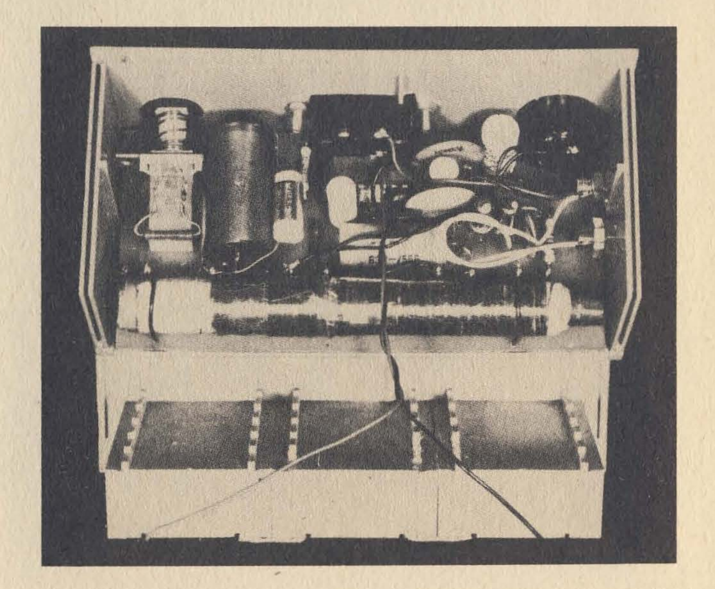


Bild 36
Ansichten des fertigen
VLF-TRX 2, siehe auch Titelbild

1

Bild 1
Geländeskizze für eine Fuchsjagd

2

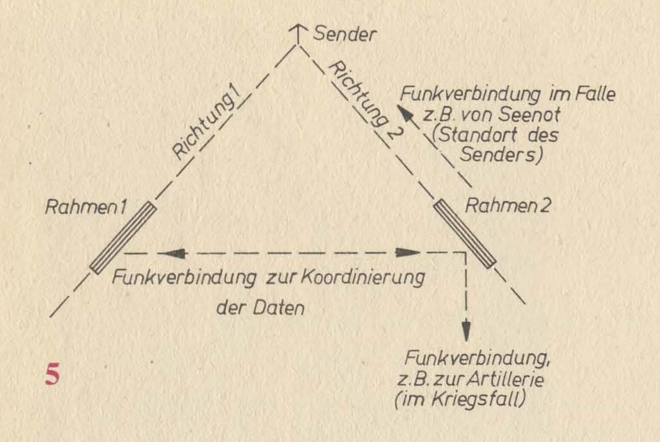
Bild 2
Vereinfachte Modellvorstellung für das Entstehen eines Senderfeldes

3

Bild 3
Peilantennen: a, b – Peilrahmen; c – Ferritstab

4

Bild 4
Peilantennen im Senderfeld (magnetische Komponente):
a – Rahmenantenne; b – Ferritantenne; c – Antennenspannung der Rahmenantenne;
d – Antennenspannung der Ferritantenne in Abhängigkeit von der Lage zum Sender

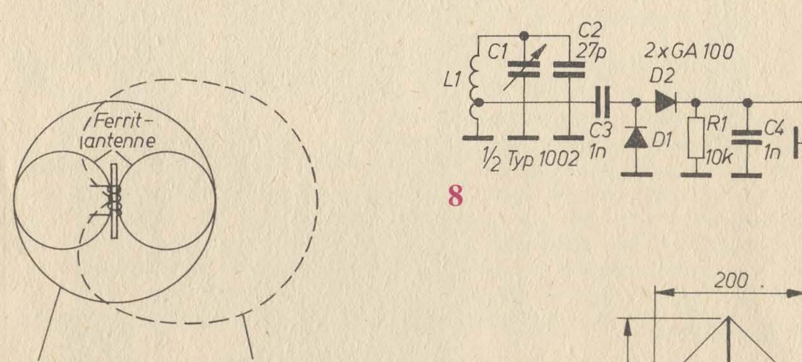


5

Bild 5
Anpeilen eines Senders von 2 Empfängern aus mit Anwendungsbeispiel

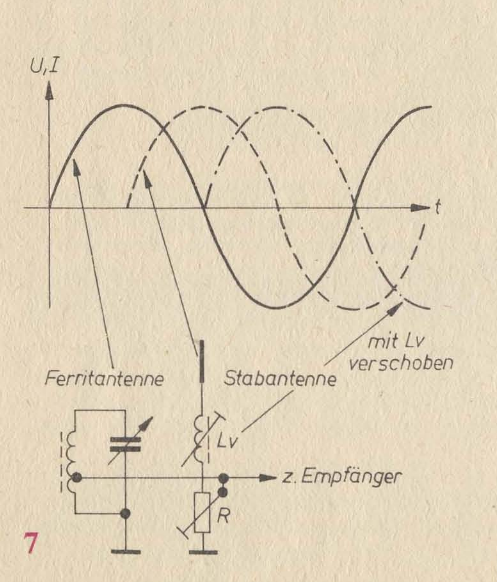
6

Bild 6
Seitenbestimmung durch Überlagern der Spannung von Peil- und Stabantenne bei richtigem Abgleich von Lv und R (s. Bild 7)



8

9



7

Bild 7
Spannungsverhältnisse der elektrischen und der magnetischen Komponente zur Erzielung einer optimalen Einseitenbestimmung

Bild 8
Schaltung eines einfachen Detektorempfängers

Bild 9
Maßskizze für eine Rahmenantenne für das 80-m-Amateurband

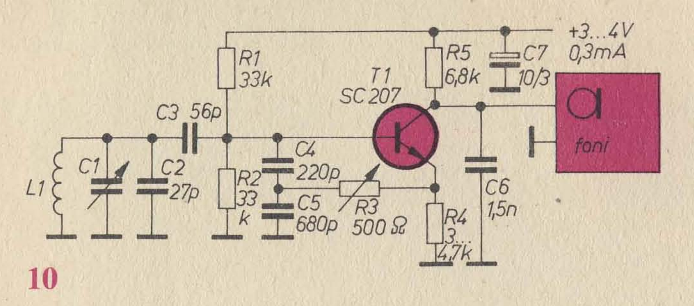


Bild 10
Audionempfänger für das 80-m-Band (R 4 je nach Batteriespannung), C 1 wie bei Bild 8

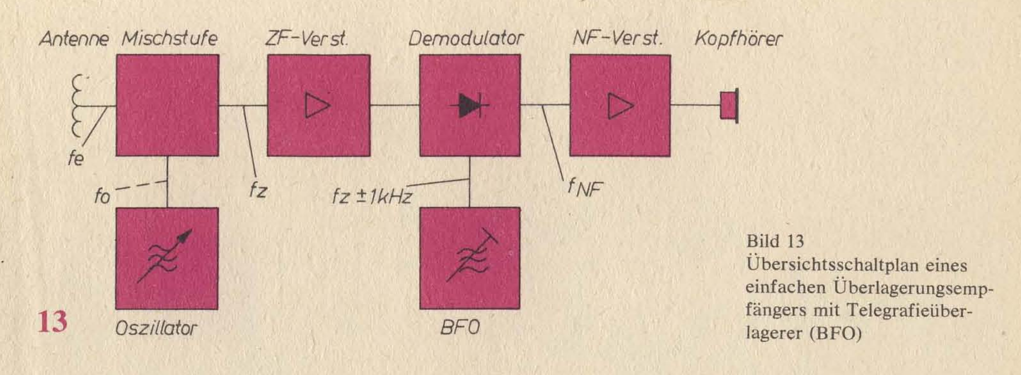
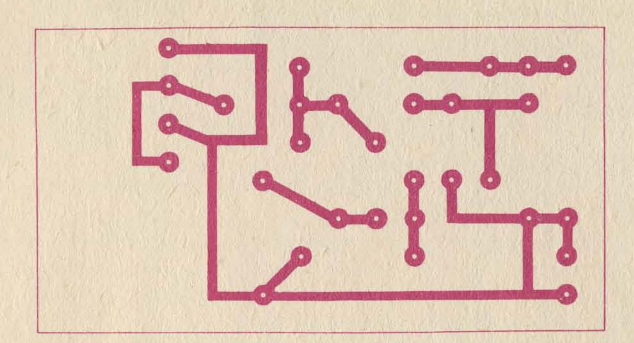
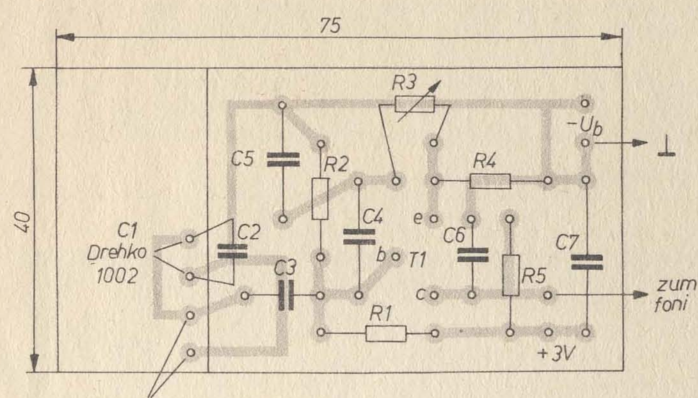
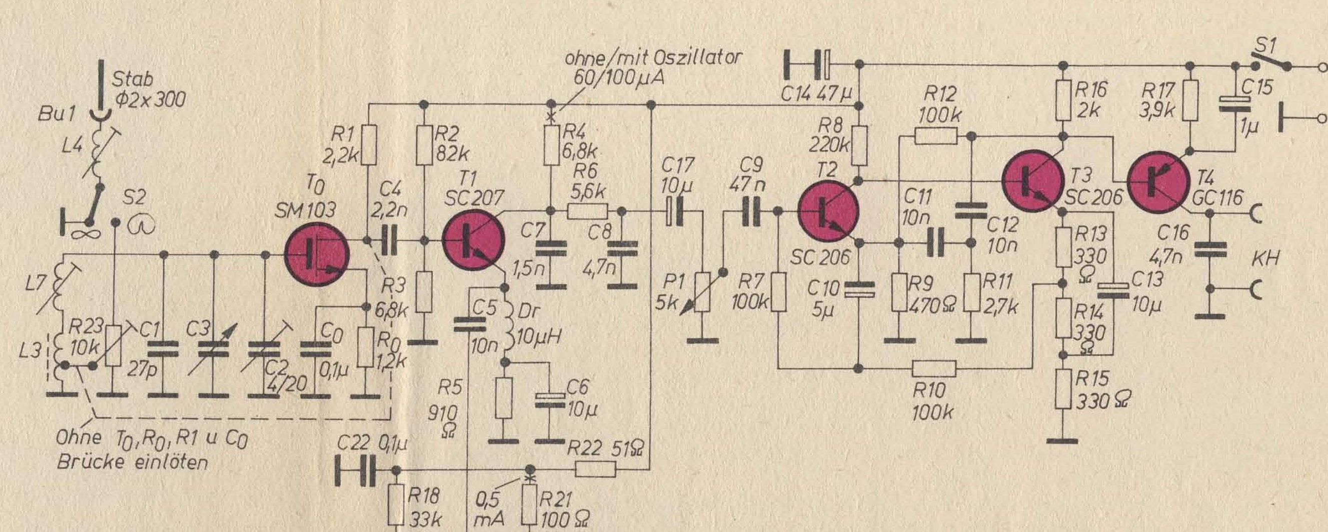


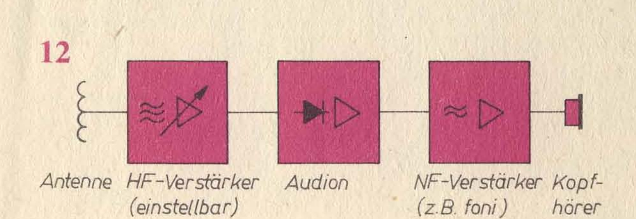
Bild 13
Übersichtsschaltplan eines einfachen Überlagerungsempfängers mit Telegrafieüberlagerer (BFO)











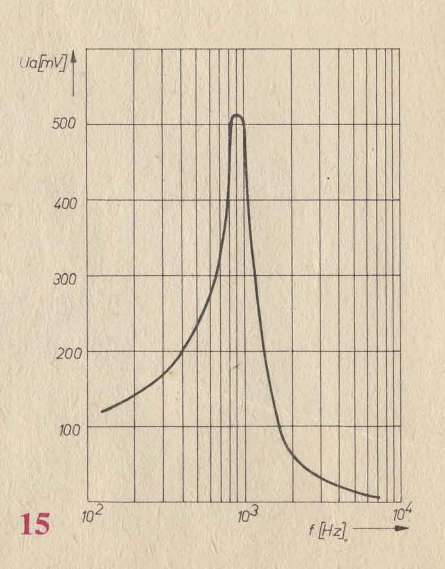


Bild 11
a – Leitungsführung für den Empfänger nach Bild 10;
b – Bestückungsplan – von der Bauelementeseite aus gesehen

Bild 12
Übersichtsschaltplan eines Audionempfängers mit HF-Vorstufe

Bild 14
Schaltung des Direktmischempfängers in konventioneller Schaltungstechnik (L 7 muß L 1 heißen)

Bild 15
Durchlaßkurve des NF-Verstärkers

16

Stab Φ2x300
Bu1
L4
S2
L7
L3
R23 10k
C1 27p
C3
C2
T0 SM103
C0 0,1μ
R0 1,2k
R1 2,2k
C4 2,2n
R2 2,2M
T1 SC207
C14 100μ
R6 1,8k
P1 5k2
C7 4,7n
C8 4,7n
R25 2,7k
C5 0,1μ
Dr 10μH
R27 100Ω
R26 220k
C30 100μ
S1
9V
C17 (5μ) 4,7μ
IS1 BV12
1 2 3 5 4 9. 8 10 6.
R30 1k
KH
C29 10n
C25 4,7n
C26 4,7μ
C27 100μ
C28 100μ
R28 1k
R29 4,7k
Ohne T0, R0, R0 u.C0 Brücke einlöten
C22 0,1μ
R22 51Ω
R18 33k
R21 100Ω
C19 56p
T5 SF216
C20 680p
L2
C3'
C18
R19 33k
C21 220p
R20 7,5k
T1/T2 E B C
T0 D G S
IS1 21-31211 1 3 5 7 9

Bild 16
Schaltung des Direktmischempfängers mit einem integrierten Schaltkreis der KME 3-Reihe im NF-Verstärker (L 7 muß L 1 heißen)

17

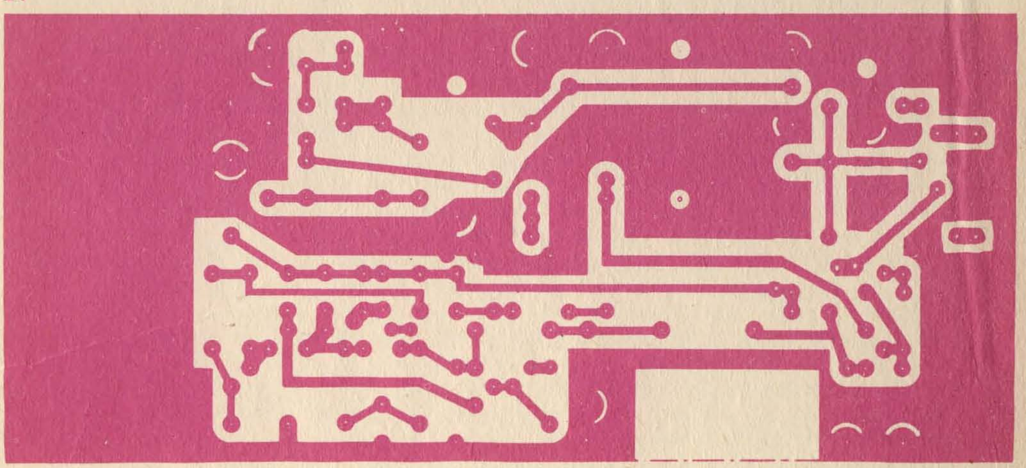


Bild 17
Leiterbild für einen Fuchsjagdempfänger nach Bild 14

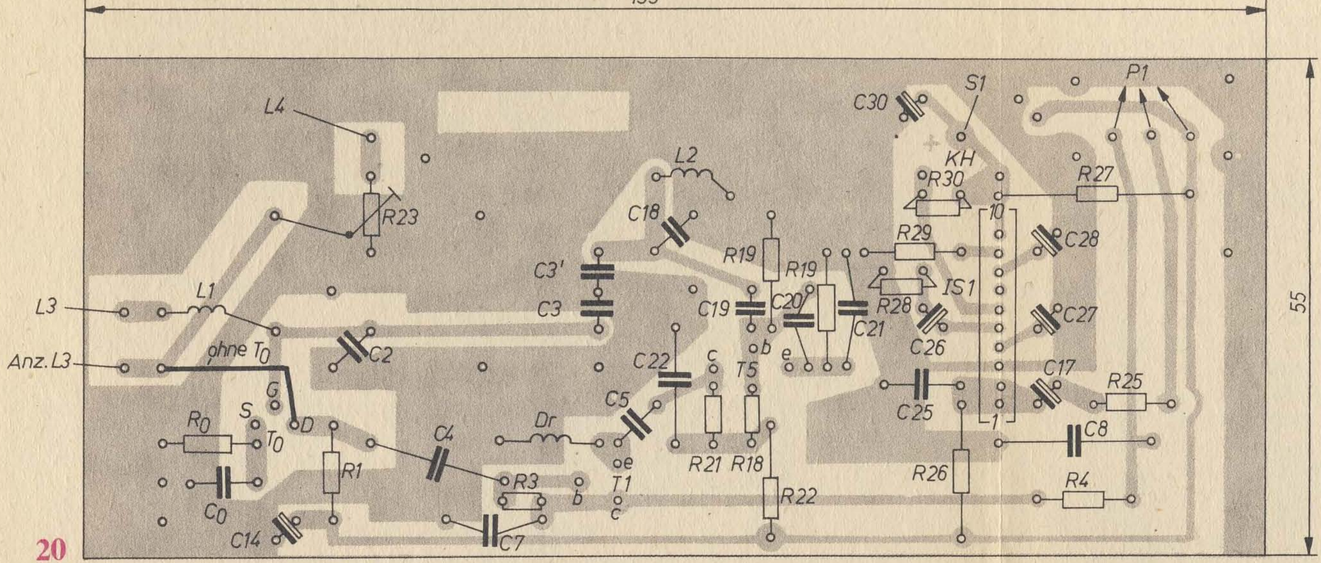
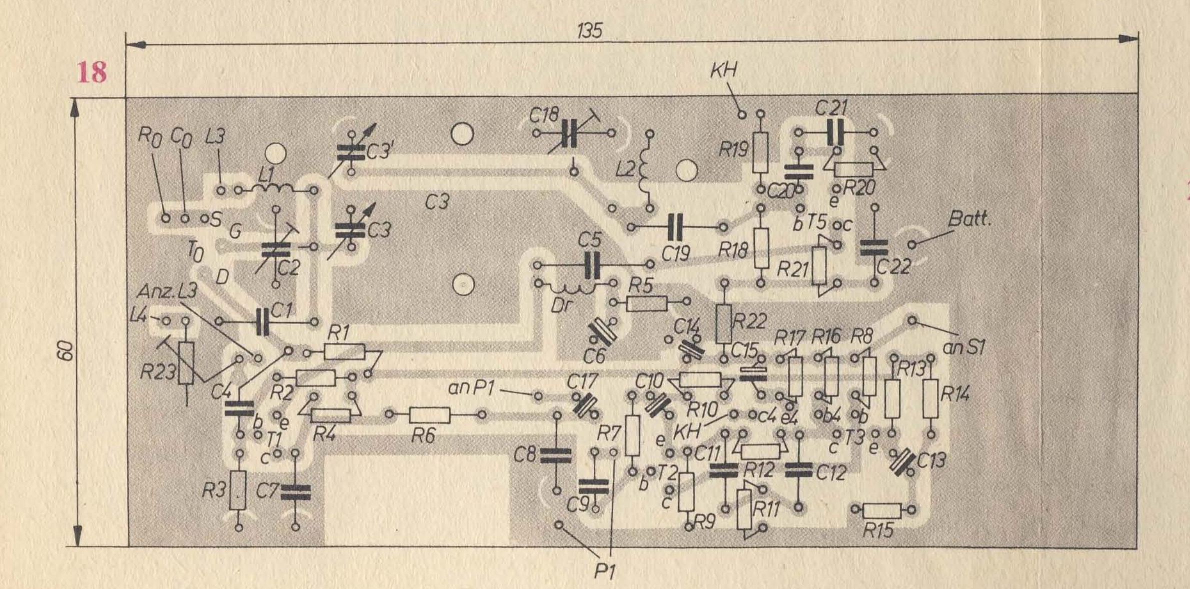


Bild 19
Leiterbild für einen Fuchsjagdempfänger mit integriertem Schaltkreis

Bild 20
Bestückungsplan zum Leiterbild nach Bild 19

Bild 18
Bestückungsplan zum Leiterbild nach Bild 17 (C 16 liegt an den Kopfhörerbuchsen)



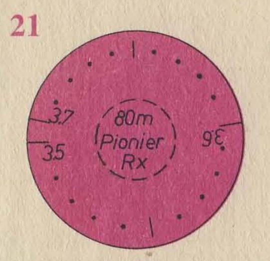
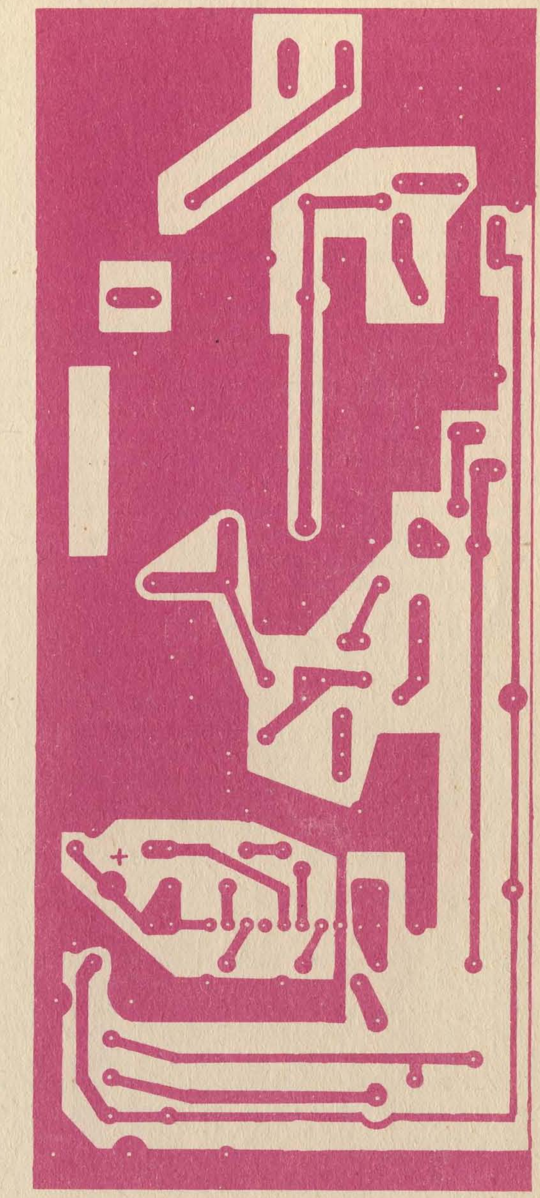
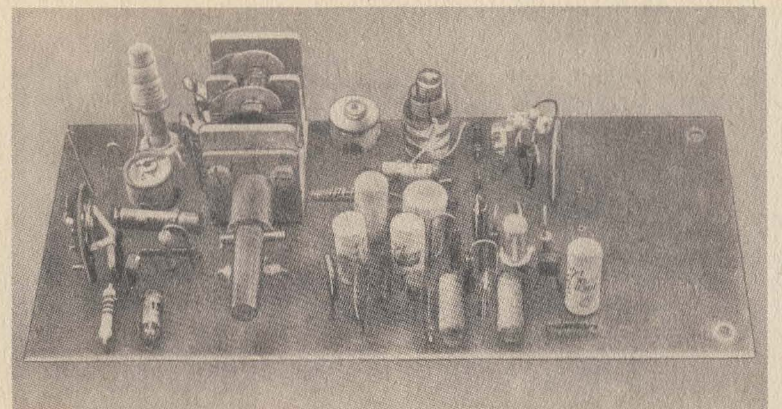


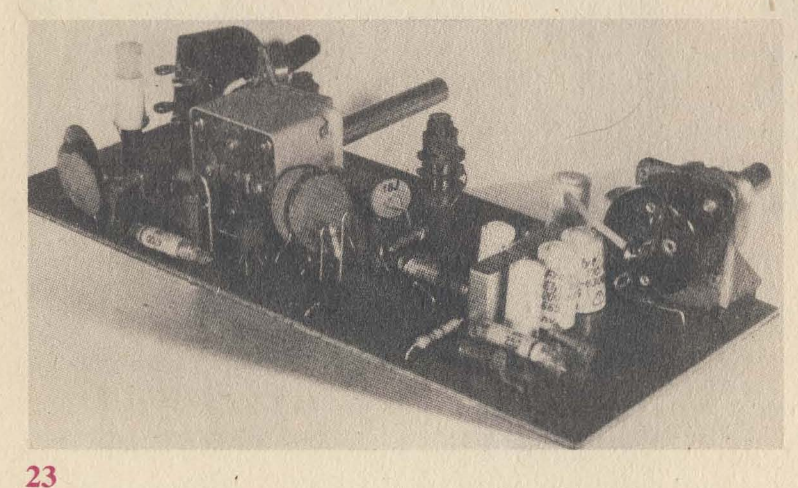
Bild 21
Kreisskale für den Frequenzbereich von 3,5 bis 3,7 MHz für einen Drehkondensator vom Typ 1002



19



22



23

Bu1
L3
L4
S1
R1
S2
R23
L7
C3

24

Bild 22
Bestückte Leiterplatte des Direktmischempfängers nach Bild 14. Die FET-Vorstufe ist nicht eingesetzt

Bild 23
Bestückte Leiterplatte nach Variante II

Bild 24
Eingangsteil des Direktmischempfängers ohne FET-Vorstufe der Variante I

Bild 25
Einzelheit zur Wicklung nach Bild 26

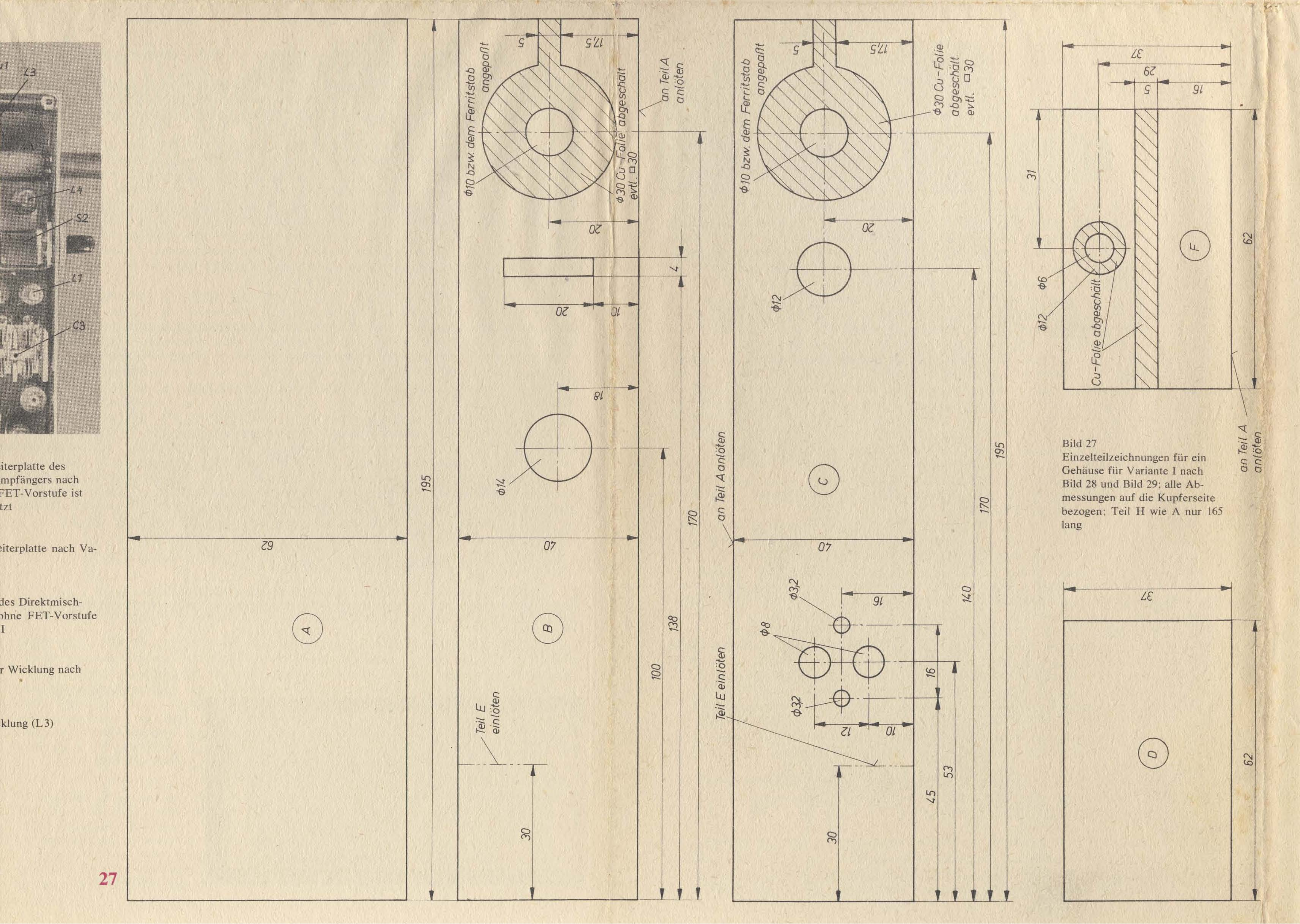
Bild 26
Ferritstabwicklung (L3)

Prenaband
Spule L3
Ferritstab
an L1
an C4, R23
an ⊥

25

Bu1 Buchse für Stabantenne
Gehäuse
Ferritstab
L3
geklebt mit Epasol EP11 o. ä.
an L1
an C4, R23
an ⊥
L4

26



eiterplatte des
mpfängers nach
FET-Vorstufe ist
tzt

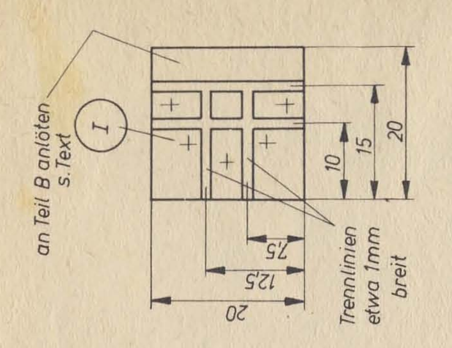
eiterplatte nach Va-

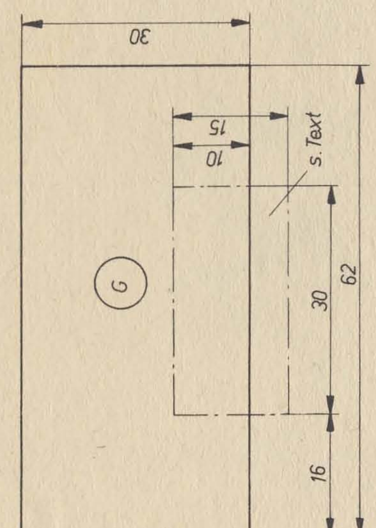
des Direktmisch-
ohne FET-Vorstufe
I

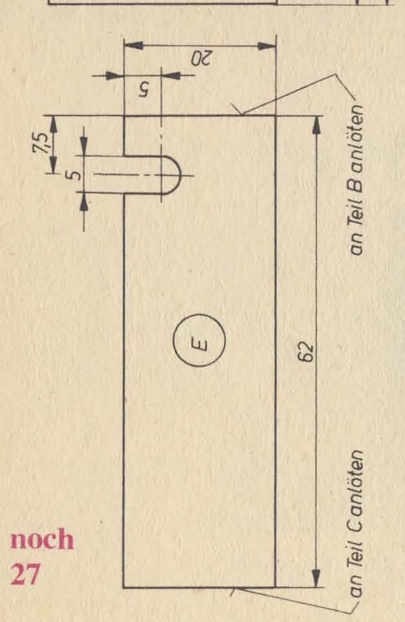
r Wicklung nach

klung (L3)

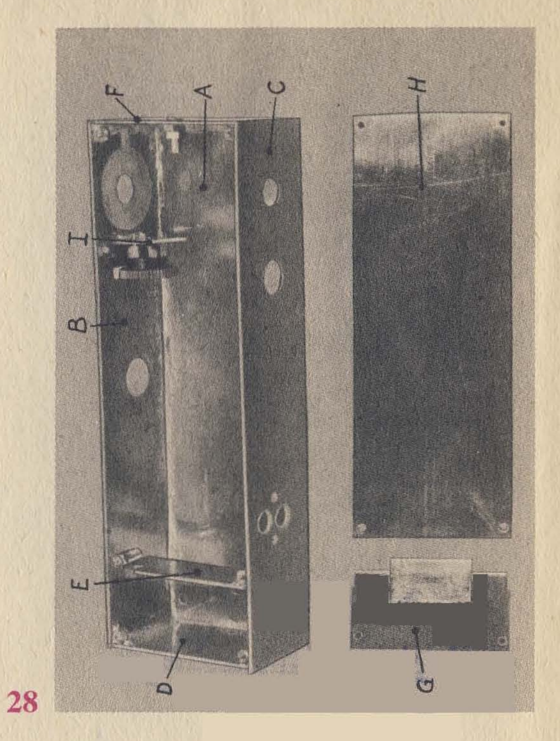
Bild 27
Einzelteilzeichnungen für ein Gehäuse für Variante I nach Bild 28 und Bild 29; alle Abmessungen auf die Kupferseite bezogen; Teil H wie A nur 165 lang







noch 27



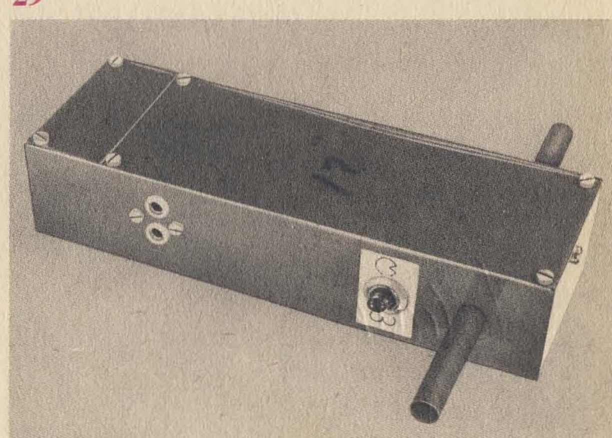
28

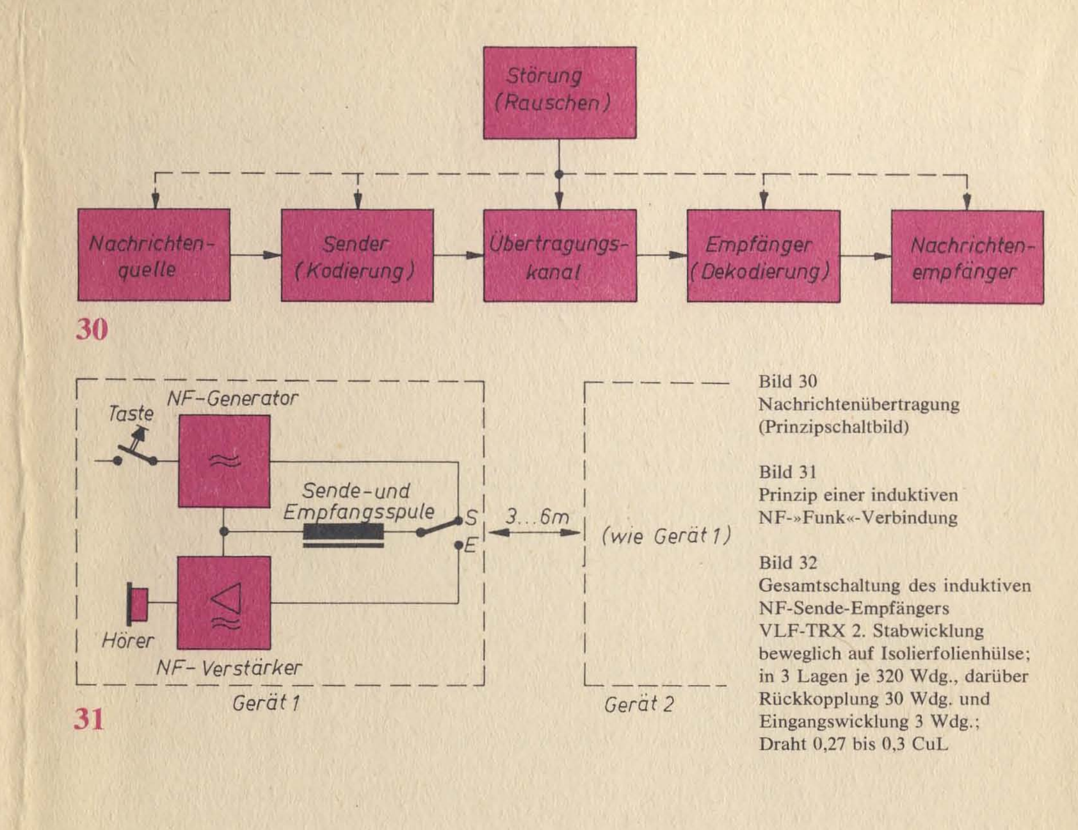


Bild 28
Ansicht des Gehäuses aus kupferkaschiertem Material (die Bezeichnungen entsprechen Bild 27)

Bild 29
Betriebsbereiter Empfänger nach Bild 14 und Bild 27

29





30

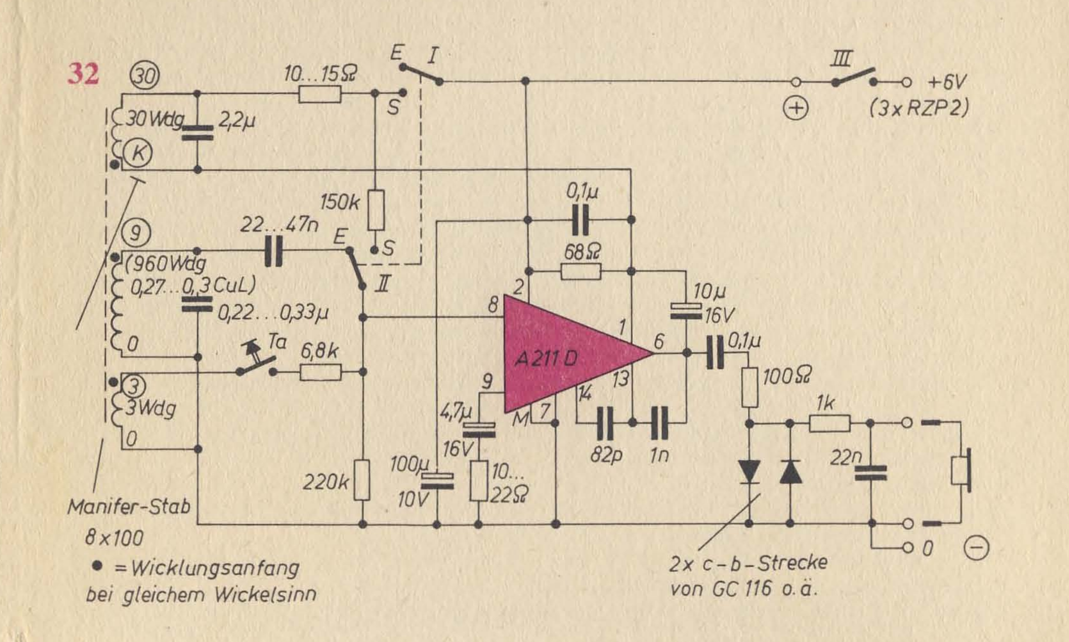
31

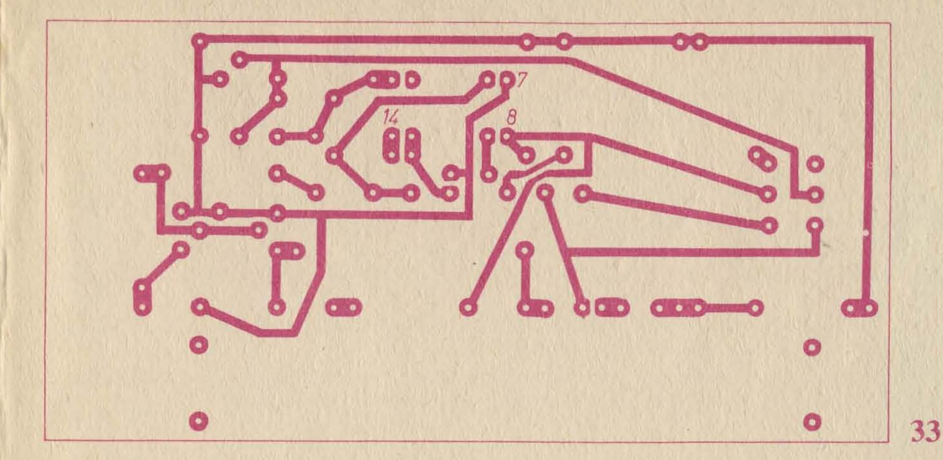
Bild 30
Nachrichtenübertragung (Prinzipschaltbild)

Bild 31
Prinzip einer induktiven NF-»Funk«-Verbindung

Bild 32
Gesamtschaltung des induktiven NF-Sende-Empfängers VLF-TRX 2. Stabwicklung beweglich auf Isolierfolienhülse; in 3 Lagen je 320 Wdg., darüber Rückkopplung 30 Wdg. und Eingangswicklung 3 Wdg.; Draht 0,27 bis 0,3 CuL

32





33

110

Abgleich
Maniferstab

Drahtbügel
(Befestigung)

③ Ta ⑨

6,8k

Hörer

Ⓚ Ta

㉚

22n

1k

2,2µ (ML)

10...15Ω

150k

22...47n

II I

0 0

8 Stecklötöse
x–x
ggf. Abgleich-C
y: Brücke

55

y

100Ω

0,1µ

82p

1n

4,7µ

0,22µ
(...0,33µ)

⊖ ⊕

10µ

100µ

0,1µ

A 211 D

220k

10...22Ω

68Ω

x

34

S
E

35

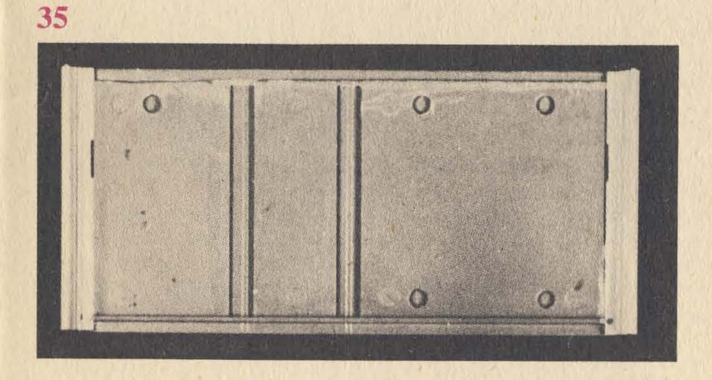


Bild 33
Leiterbild zum VLF-TRX 2

Bild 34
Bestückungsplan des VLF-TRX 2 (ML ist ein Lackfilmkondensator)

Bild 35
Die Gehäuseteile des Geräts wurden aus längs der entsprechenden Sägelinien getrennten und mit Trägerschienen zusammengeklebten Systemteilen von »Amateurelektronik« gewonnen (Beispiel)